جـــــامعة الأزهـــــــــــر
كـــلية الزراعـــــــــة بالقاهرة
قـــــسم وقـــاية النبـــات
شعبة الحشرات الإقتصـــــادية

مبادىء علم الحشرات

الباب الثانى

الشكل الظاهرى Morphology

الفصل الأول

جدار الجسم The integument

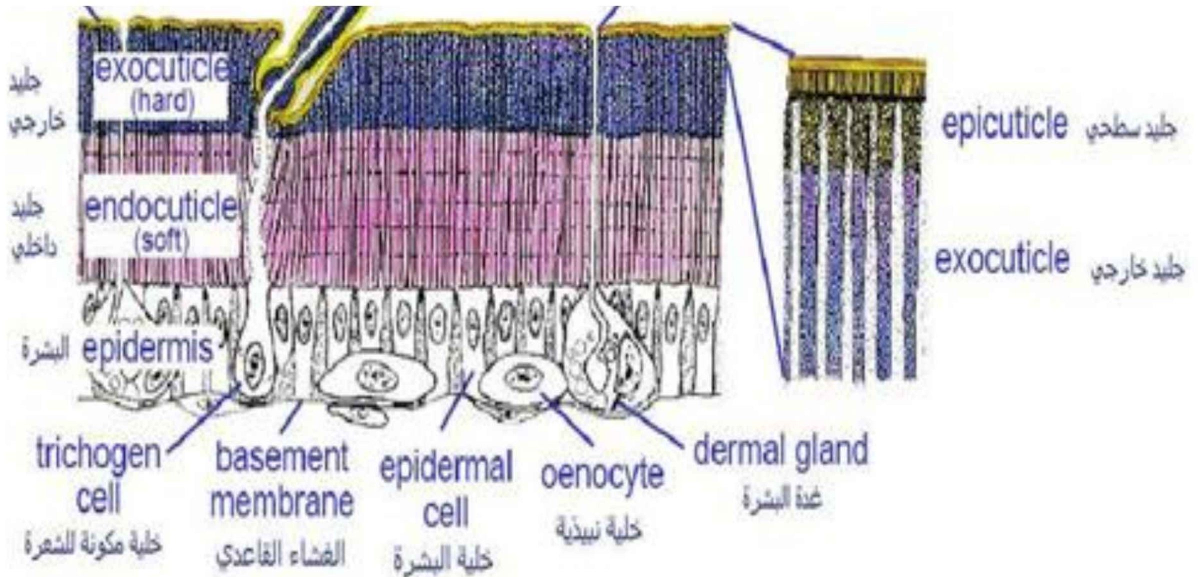
.

ونعنى بجدار الجسم تلك الطبقة السطحية التى تحيط بجسم الحشرة والتى يطلق عليها الهيكل الخارجي Exoskeleton ويتكون جدار الجسم من ثلاث طبقات رئيسية بيانها كالتالى شكل (١).

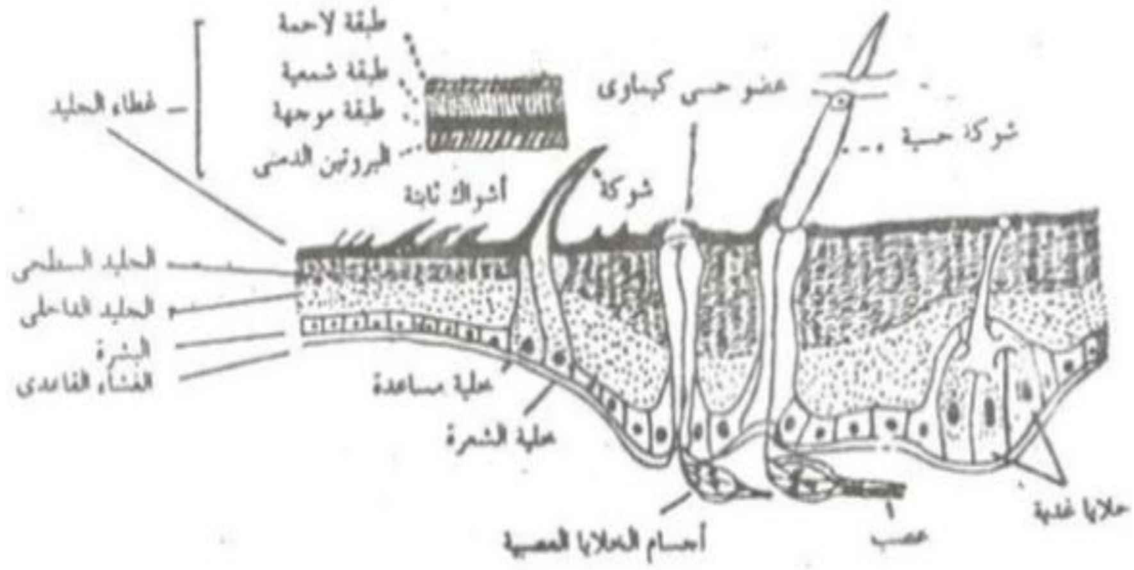
ويتكون جدار الجسم من ثلاثة اجزاء رئيسة هي:

- الجليد Cuticle
- البشرة الداخلية Epidermis
- الغشاء القاعدي Basement membrane

شكل (١-أ) يوضح جدار الجسم



زوائد جدارالجسم The body wall appendages



شكل رقم (١- ب)

والشكل رقم (١- ب) يبين أهم هذه الأنماط المختلفة لزوائد جدار أجسام الحشرات، والتى نستطيع

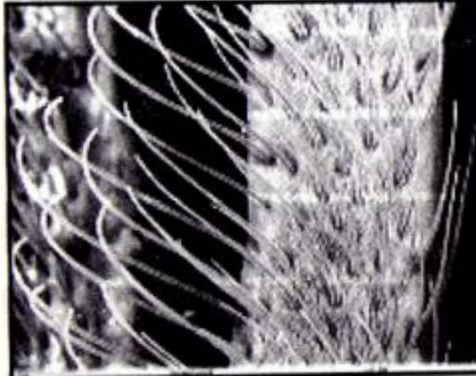
انواع الشعرات الخلوية التي تغطي جسم الحشرة:

أ- الشعرات Setae وهي تنشا من خلية واحدة وتأخذ عدة اشكال منها:

١- شعرات متفرعة مثل الموجودة على صدر النحل.

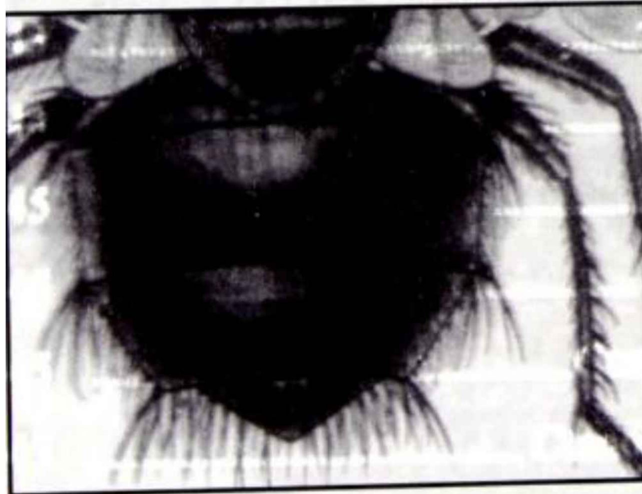
٢- شعرات غير متفرعة مثل الشعر الموجود على صدر الزنابير.

٣- شعيرات على هيئة حراشف مثل التي تغطي اجنحة وجسم الفراشات.



شعرات غير متفرعة

٣- شعرات على هيئة اشواك مثل الموجودة على بطن ذبابة التكاينا.

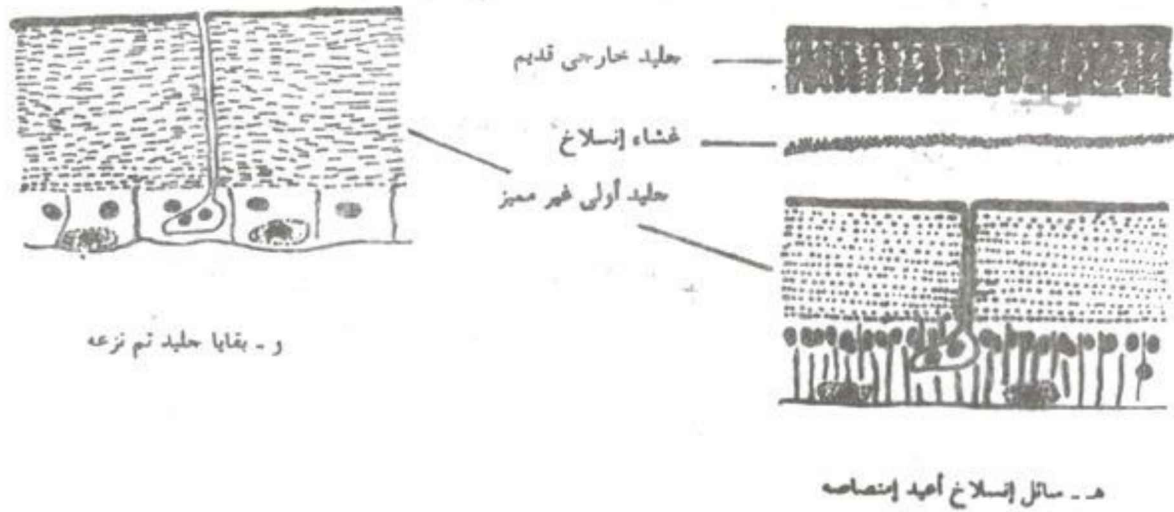


شعيرات على هيئة اشواك وهي عبارة عن زوائد كيتينية توجد على ساق ارجل اغلب الحشرات كما في الجراد.

الإنسلاخ وتكوين الجليد Moulting and cuticle formation



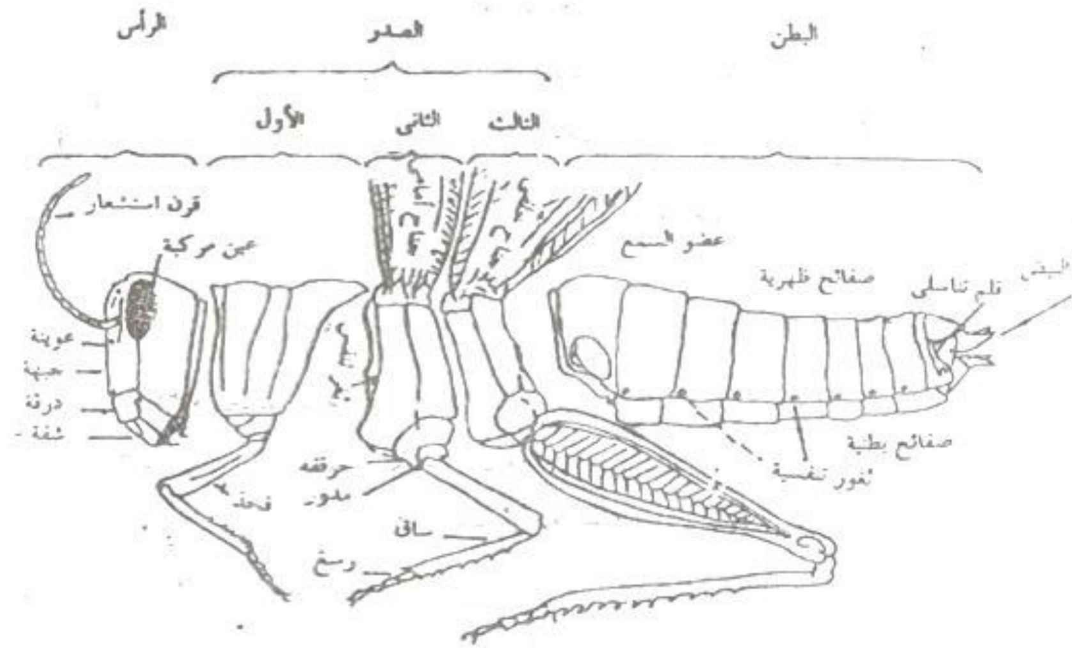




شكل (٣) رسم توضيحي يمثل التغيرات التي تحدث لجدار الجسم أثناء دورة الانسلاخ

الفصل الثانى
مناطق جسم الحشرة
The Insect Body Regions

يتكون جسم الحشرة من نظام حلقى Segmental plan ويمكننا تقسيم هذه الحلقات إلى ثلاث مجموعات، بحيث تتشابه حلقات كل مجموعة فى الشكل وفى الوظيفة تشابها يميزها عن غيرها من الحلقات، إلى الرأس والصدر والبطن شكل (٤) وسنتناول كل منطقة من هذه المناطق الثلاث على حده بشىء من التفصيل فيما يلى:



شكل (٤) رسم تخطيطى لبيان مناطق جدار جسم حشرة الجراد

اولا: الرأس وزوائدها The head and its appendages

١- توجيه الرأس فى الحشرات The orientation of the head

تأخذ رأس الحشرة بالنسبة لمحور جسمها الطولى وبخاصة أثناء الراحة أحد التوجيهات الثلاثة التالية:

أ- رأس ذات أجزاء فم سفلية Hypognathous

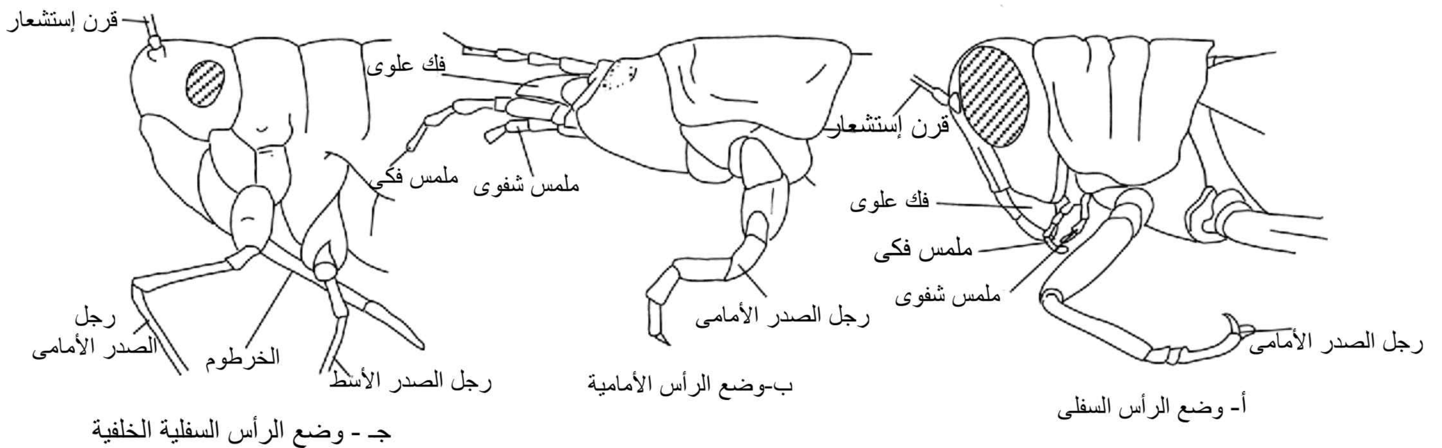
وفى هذه الحالة نلاحظ تعامد أجزاء الفم على المحور الطولى لجسم الحشرة شكل (٥- أ) وغالباً ما نلاحظ هذا النوع من التحور فى أنواع الحشرات النباتية التى تعيش فى موطن مفتوح كما فى أنواع الجراد والنطاطات.

ب- رأس ذات أجزاء فم امامية Prognathous

وفيه تكون أجزاء الفم على إمتداد المحور الطولى للجسم شكل (٥- ب) كما فى حشرات السوس. ويوجد مثل هذا التحور فى الأنواع المفترسة التى تتعقب فرائسها بنشاط كما أنه يلاحظ أيضاً فى يرقانات رتبة غمدية الأجنحة.

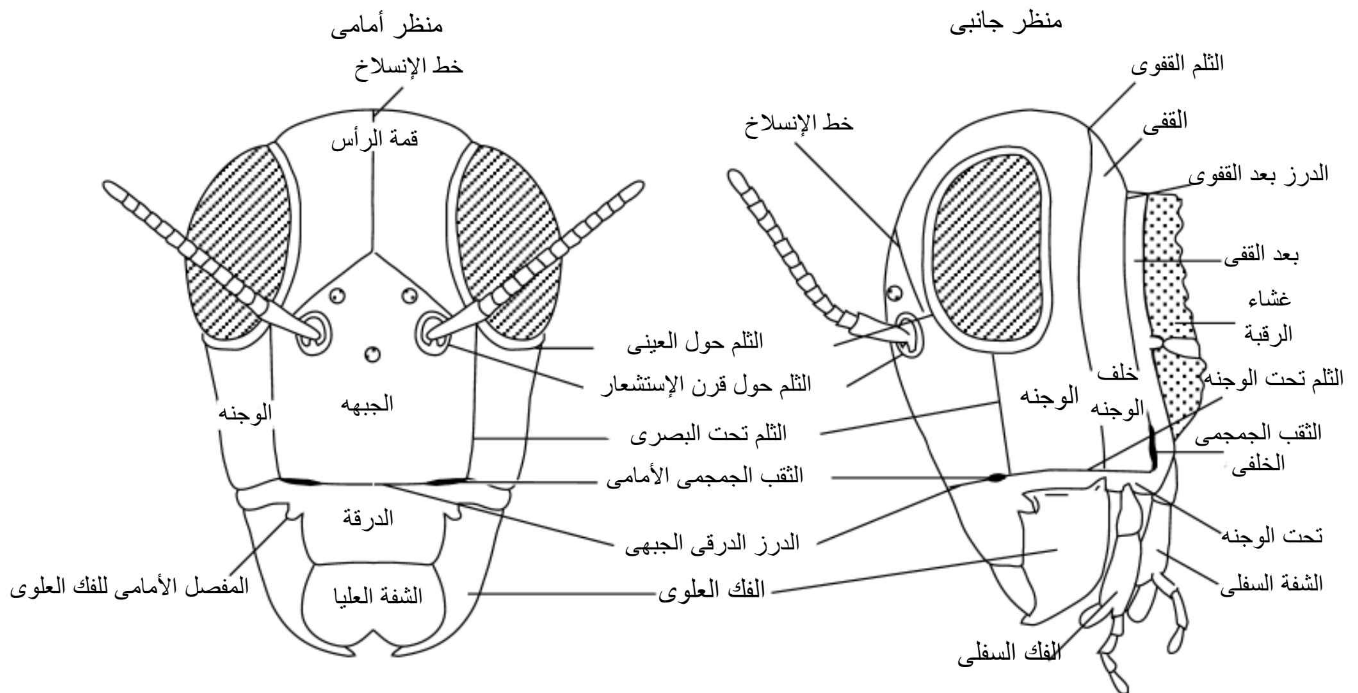
جـ- رأس ذات أجزاء فم سفلية خلفية Opisthgnathous

ويشاهد هذا التحور فى الحشرات اليافعة لرتبة نصفية الأجنحة شكل (٥- جـ) وفيه تكون أجزاء الفم على شكل خرطوم طويل يرجع إلى الخلف بميل ملحوظ ويستقر بين زوجى الأرجل الصدرية الأماميين كما فى البقة الخضراء.



شكل (٥) أجزاء الفم المختلفة للرأس وأجزاء الفم بالنسبة لجسم الحشرة أثناء وقوفها

٢- مناطق الرأس The head areas



شكل (٦) الخطوط العامة والأخاديد على رأس الحشرة والمساحات المحصورة بينها

أ- مناطق الرأس الأمامية The anterior areas of the head

١- الجبهة Front or frons

٢- الدرقة Clypeus

ب- قمة الرأس Epicranium

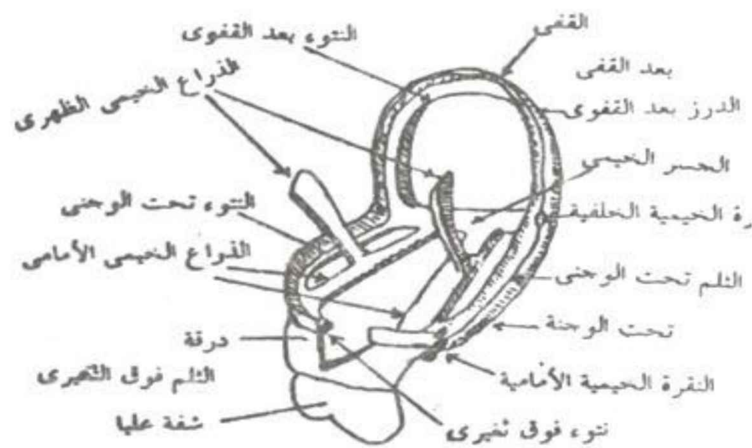
جـ- منطقة الرأس الجانبية The lateral area of the head

١- الصدغ Gena

٢- الفكان السفليان Maxillae

٣- الشفة السفلى Labium

الهيكل الداخلى للرأس Tentorium



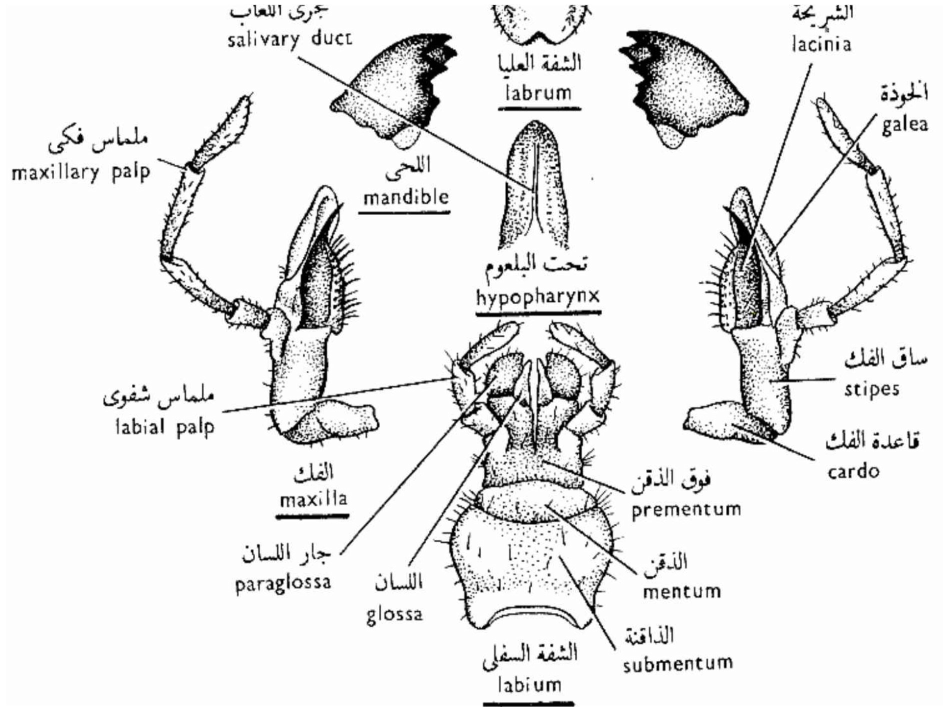
شكل (٧) رسم تخطيطى لخيمة المخ وعلاقتها بتجاويف ونتوءات الرأس وقد أزيل الجزء الأكبر من علبة الرأس

زوائد الرأس في الحشرات:

أ- أجزاء الفم Mouthparts

أجزاء الفم القارضة Biting mouthparts

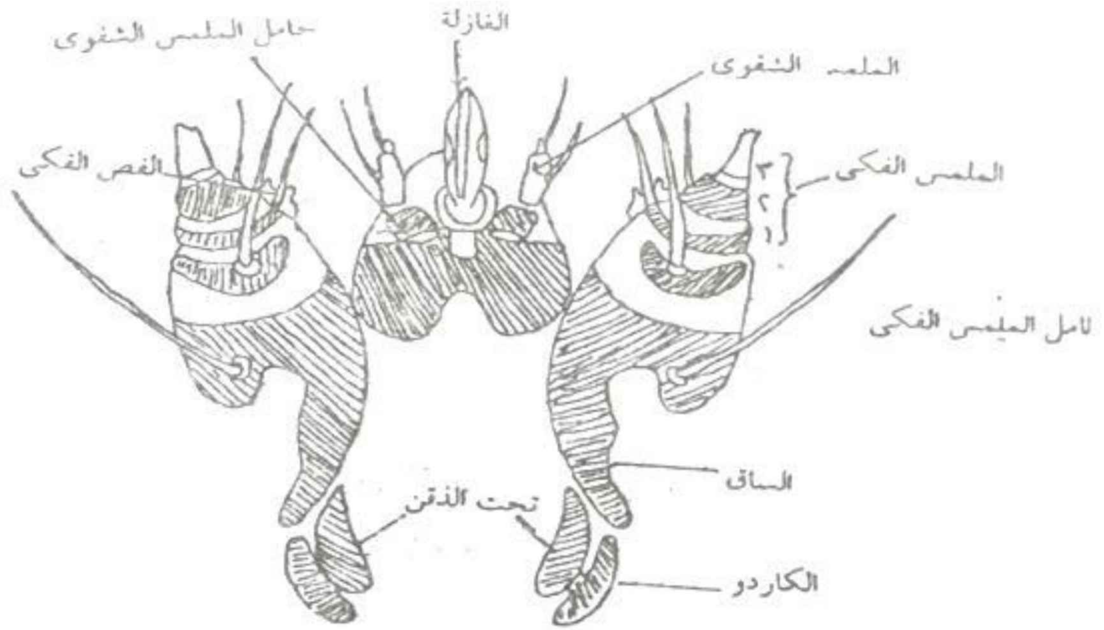
ولما كانت حشرة الصرصور الأمريكى حشرة نموذجية، فإننا سنصف أجزاء فمها كما فى الشكل رقم (٨) وهى من النوع القارض وتتركب من الأجزاء الآتية:



شكل (٨) أجزاء الفم القارضة فى حشرة الصرصور الامريكى

أجزاء فم قارضة ليرقانة دودة ورق القطن

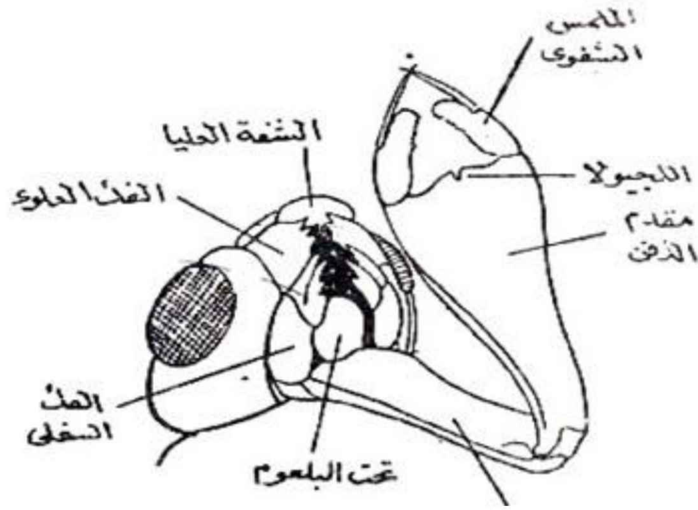
وتتكون من الأجزاء الآتية شكل (٩).



شكل (٩) أجزاء فم قارضة ليرقانة دودة ورق القطن

أجزاء الفم المفترسة بالقرض كما فى حورية الرعاش

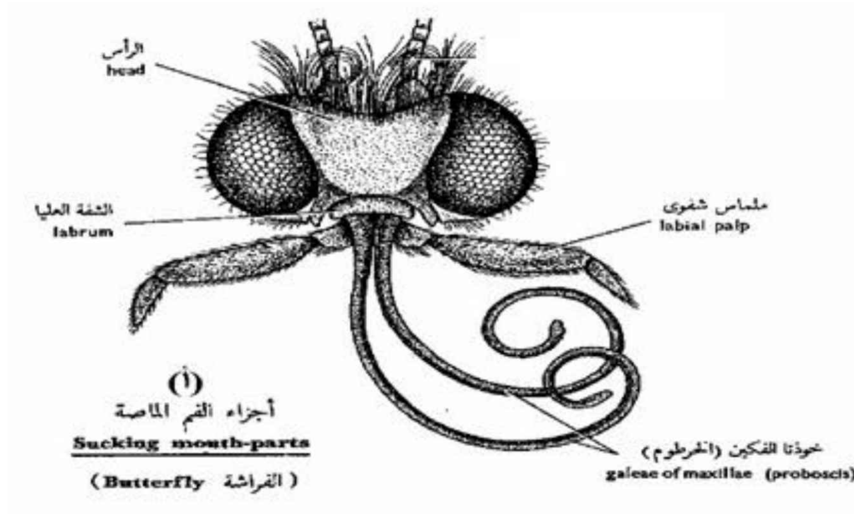
وتعيش حورية الرعاش فى الماء وتفترس الأحياء المائية وبالنسبة لأجزاء فمها فتلاحظ التحورات التالية كما فى الشكل (١٠):



شكل (١٠) **أجزاء الفم المفترسة بالقرض كما فى حورية الرعاش**

أجزاء الفم الماصة Sucking mouthparts

وهذا النوع من التحور الذى يلحق بأجزاء فم بعض الحشرات وبخاصة تلك التى تتغذى على بأرحقة بعض الزهور من حشرات حرشفية الأجنحة كالفراشات آباء دقيق. وعادة ما يكون هذا الغذاء سهلاً ميسوراً يمكن الحصول عليه بغير ما مشقة أو عناء وعليه فإن الشكل (١١) يوضح لنا ما يلحق بأجزاء الفم هذه من تحورات.



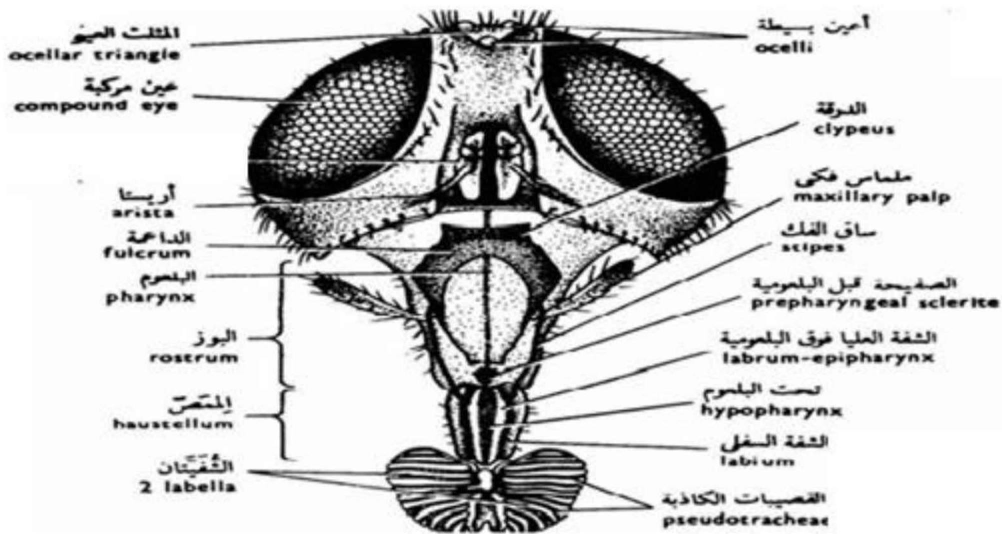
شكل (١١) أجزاء الفم الماصة فى احدى الفراشات

أجزاء الفم اللاعقة Lapping mouthparts

ويمثل هذا النوع أجزاء فم الذبابة المنزلية.

والحشرة بهذا تستطيع أن تتغذى على السوائل والمواد الصلبة حيث تفرز عليها عصاراتها التى تحولها جزئياً إلى سائل يمكنها أن تتغذى عليه.

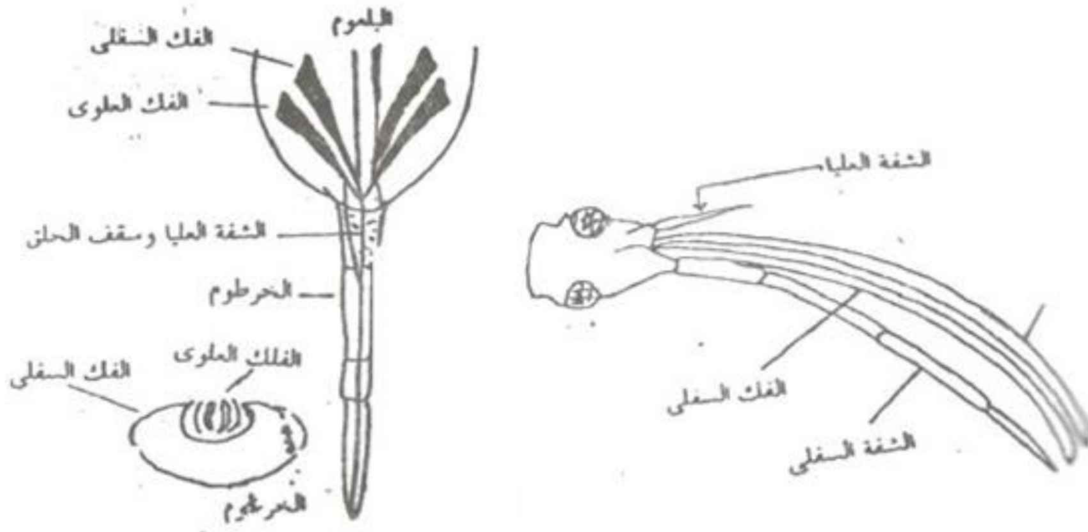
ويكون هذا النوع من أجزاء الفم من المناطق الآتية كما فى الشكل (١٢):



شكل (١٢) أجزاء فم لاعقة في الذبابة المنزلية

أجزاء الفم الثاقبة الماصة Piercing and sucking mouthparts

١- أجزاء الفم الثاقبة الماصة فى البق bugs

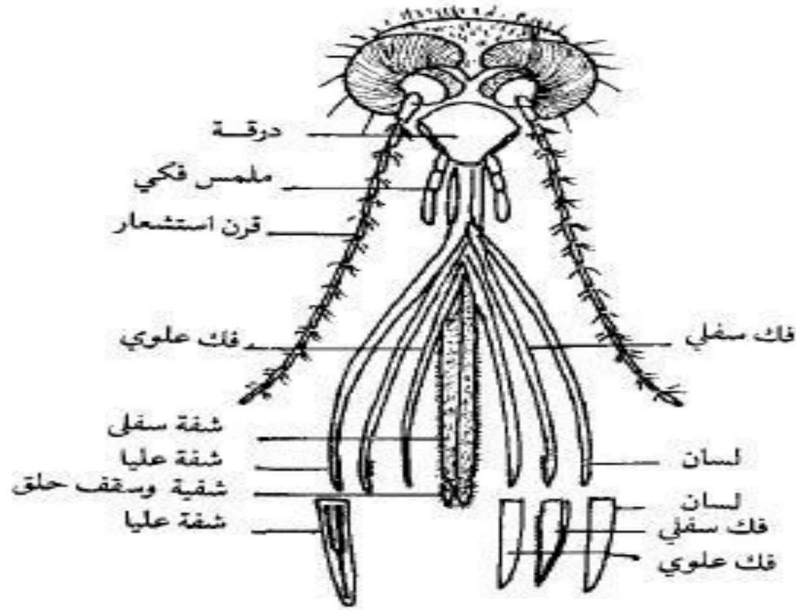


شكل (١٣)

أجزاء فم ثاقبة ماصة في بقة بذرة القطن

أجزاء فم ثاقبة ماصة في في حشرة من رتبة نصفية الاجنحة الى اليسار مع القطاع العرضى

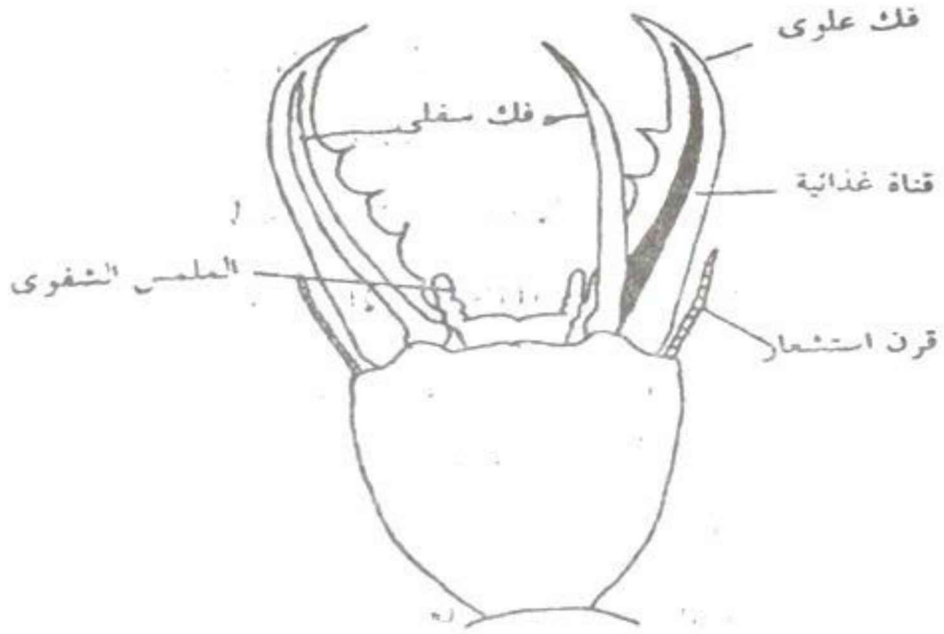
٢- أجزاء الفم الثاقبة الماصة فى أنثى بعوض الكوليكس Culex female:



شكل (١٤) أجزاء الفم الثاقبة الماصة فى أنثى بعوض الكوليكس Culex female

أجزاء الفم المفترسة بالإمتصاص Predaceous suctorial mouthparts

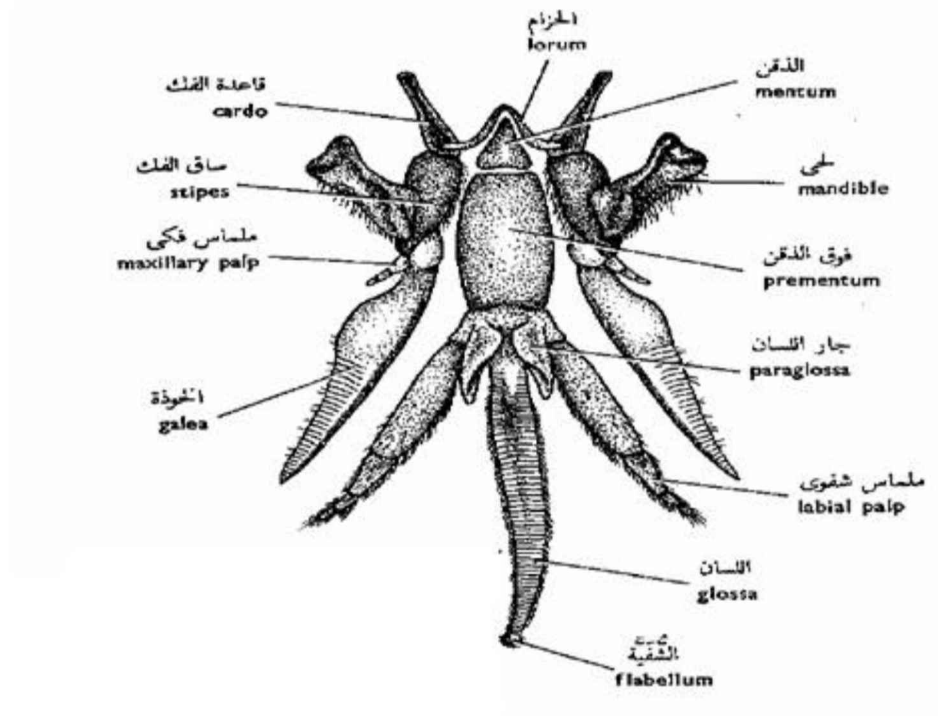
وفيها يتضخم الفكان العلويان بشكل واضح وماحوظ حيث يأخذان الشكل الملقطى وتصبح الحافه الداخليه لكل منهما مسننه ويوجد بالسطح السفلى لكل منها ميزاب يغطيه الفك السفلى وتضمحل الشفتان العليا والسفلى، بينما الملماسان الشفويان بوضوح ويفوقان قرنى الإستشعار حجماً.



شكل (١٥) يوضح أجزاء الفم المفترسة بالإمتصاص فى يرقة اسد النمل

أجزاء الفم القارضة اللاعقة Biting and Lapping mouth parts

وفى هذه الحالة نجد أن أجزاء الفم لا تثبت على وتيرة واحدة كما فى الأنوع السابقة، بل أن منها أجزاء تتحور للقرض وأخرى تستطيل لتقوم باللعق وخير مثال لذلك هو أجزاء فم شغالة نحل العسل شكل (١٦) والتى تتكون مما يلى:



شكل (١٦) يوضح **أجزاء الفم القارضة اللاعقة فى شغالة نحل العسل**

ب- قرون الإستشعار Antennae

يتيح لقرن الإستشعار حركة حرة فى جميع الإتجاهات. ويتركب قرن الإستشعار من مجموعة من القطع أو العقل أدناها ثلاثة كما سنبينه فيما يلى:

١- الأصل Scape

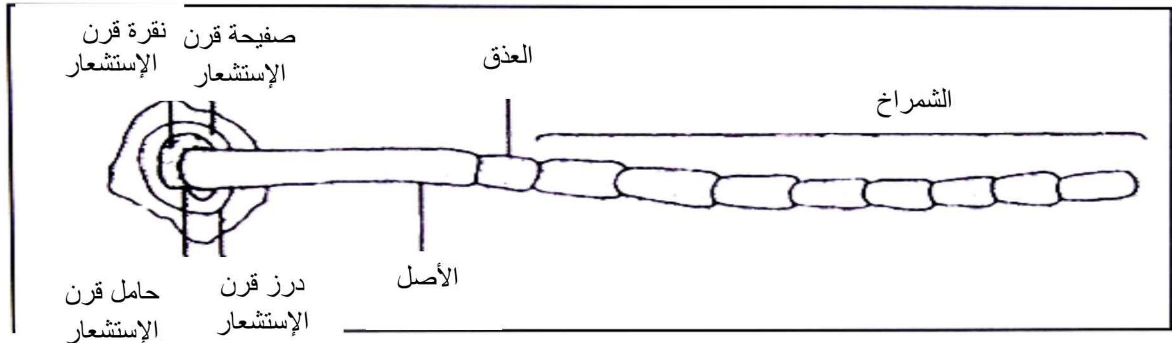
ونعنى به أولى عقل قرن الإستشعار التى تحمل على المحور.

٢- العذق Pedicel

ويقصد به العقلة التالية للأصل التى تعلوه.

٣- السوط Flagellum

ويطلق هذا الإسم على عقلة قرن الإستشعار التالية للعذق إن لم يوجد غيرها أو عليها وما يليها من عقل إن وجد. شكل (١٧-١).



شكل (١٧-١) يوضح قرن الاستشعار النموذجى

الأنماط المختلفة لقرون الإستشعار Types of antennae

تتباين قرون إستشعار الحشرات المختلفة تبعاً للوظيفة الرئيسية التى تقوم بها، وإليك طائفة من الأشكال المختلفة لقرون الإستشعار كما فى الشكل رقم (١٧-٢).

١- النمط أريستى (ذو الشوكة) Aristate type

٢- النمط القلمى (المخرازى) Stylate type

٣- النمط الشعرى Setiform type

٤- النمط الخيطى Filiform type

٥- النمط القلادى Moniliform type

٦- النمط الرأسى Capitate type

٧- النمط الصولجانى Clavate type

٨- النمط الصفائحى Lamellate type

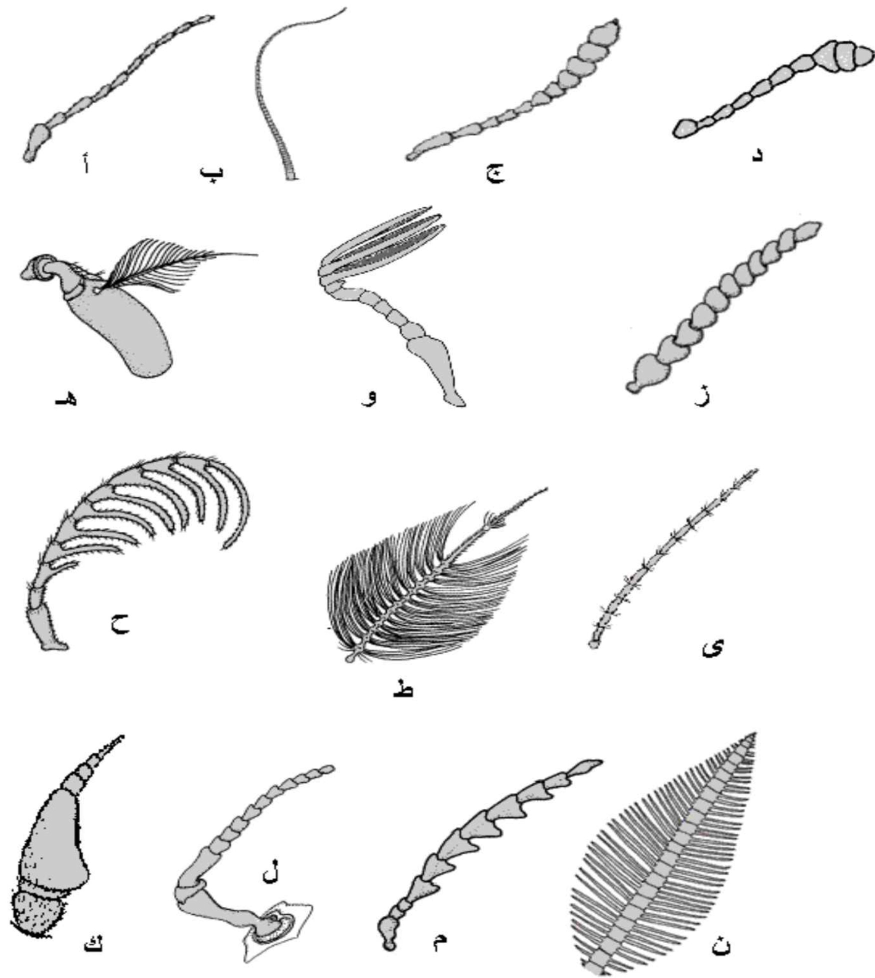
٩- النمط المرفقى Geniculate type

١٠- النمط المنشارى Serrate type

١١- النمط المشطى Pectinate type

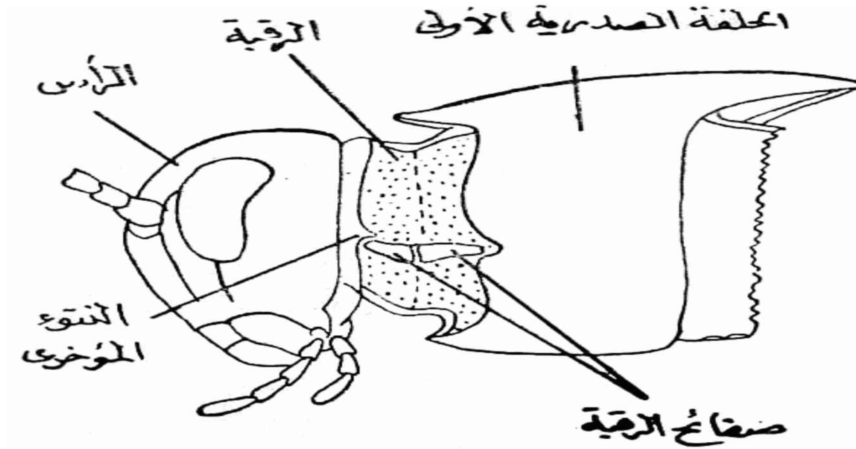
١٢- النمط الريشى Plumose type

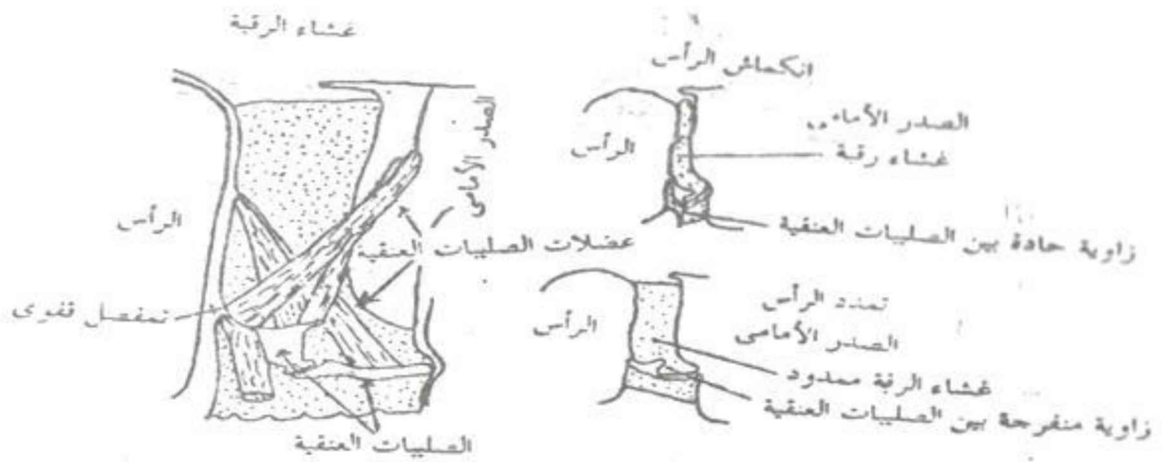
أ -خيطي   ب -شعرى   ج -صولجاني د -رأسي   ه -اريستي
و -ورقي   ز -قلادي   ح -مشطي بسيط   ن -مشطي مضاعف
ط -ريشي مضاعف   ى -ريشى بسيط ك -مخرازي ل -مرفقى م -منشاري



شكل(١٧-٢) :رسم تخطيط يوضح قرون الاستشعار في الحشرات:

ثانياً الصدر وزوائده The Thorax and appen :

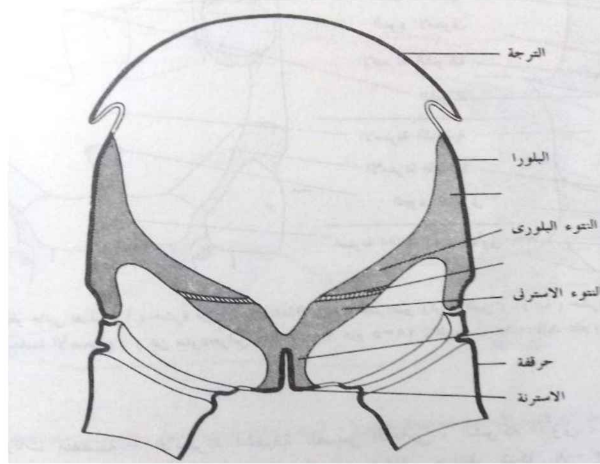




شكل (١٨) رسم تخطيطى يوضح صفائح الرقبة

تركيب حلقات الصدر Structure of thoracic segments

تتركب كل حلقة صدرية من المكونات التالية كما بينها شكل (١٩):



شكل (١٩) رسم تخطيطى لقطاع فى حلقة صدرية موضحا الهيكل الداخلى لكل من البلورا والاسترنة

١- صفيحة صدرية ظهرية Tergum or notum وتجمع على Nota Terga

٢- صفيحة بطنية (قصية) Sternum.

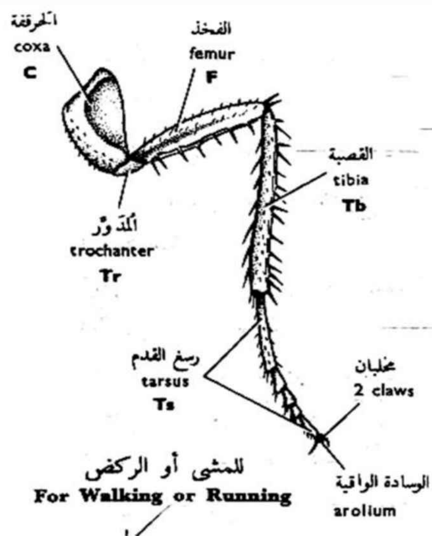
٣- غشاء البلورا Pleura :

١- زوائد الصدر Thoracic appeddages

أ- الأرجل The legs :

وتتكون الرجل من ستة أجزاء أساسية بيانها كالتالى :

١- الحرقفة Coxa



٢- المدور Trochanter

شكل (٢٠) التركيب النموذجى لرجل الحشرة، الرجل الخلفية فى الصرصور

٣- الفخذ Femure

٤- القصبة (الساق) Tibia

٥- الرسغ Tarsus

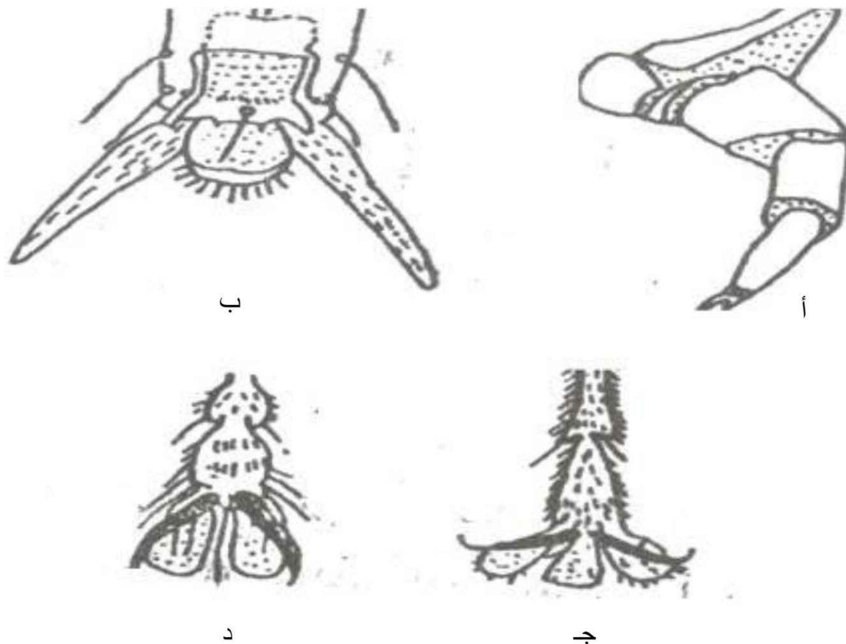
٦- الرسغ الأقصى Pretarsus
مختلفة (شكل ٢١) قد يكون :

(أ) قطعة شبيهة بالمخلب Claw-like segment كما فى معظم اليرقانات (٢١-أ).

(ب) أو يكون زوجاً من المخالب يتوسطها جزء غض يعرف بالوسادة اللحمية Arolium كما فى النطاطات (٢١-ب).

(جـ) أو يكون عبارة عن وسادتين يعلو كلا منهما مخلب صغير ويطلق على تلك الوسادة المخلبية Pulvillus كما فى الذباب (٢١-ج) وقد يتخلل الوسادتين شوكة يطلق عليها Empodium (٢١-د).

وتفيد هذه التراكيب الطرفية فى تثبيت أرجل الحشرات التى توجد بها أثناء السير وبخاصة أثناء السير على الأسطح الملساء أو فى حالة السير ضد الجاذبية الأرضية.



شكل (٢١) صور و أشكال للرسغ الأقصي في أرجل الحشرات

ب) تحورات الأرجل Modification of the legs

تتحول أرجل الحشرات لتأخذ أشكالاً شتى تخدم الحشرة فى أغراض حياتها، وسوف نذكر تلك التحورات بشئ من التفصيل كما يلى :

١- رجل المشى Walking leg : وهذا هو الشكل النموذجى للأرجل كما هو الحال فى أرجل الصرصور وتتكون من أجزاء متناسقة شكل (٢٢-أ).

٢- رجل القفز Jamping leg : وهى الرجل الخلفية لبعض الحشرات التى تمارس عملية القفز كالجراد والنطاطات وفيها تتضخم الفخذ بشكل ملحوظ، وتأخذ الرجل شكل حرف (Z) أثناء الراحة على أن تنفرد كالزنبرك أثناء الوثب أو القفز شكل (٢٢-ب).

٣- رجل قنص Raptorial leg : ويشاهد هذا النوع من التحور فى الأرجل الأمامية للحشرات المفترسة والتى تتعقب فرائسها وتمسك بها حتى تلتهمها جزءاً جزءاً. ويمثل هذا النوع زوج الأرجل الأمامية لفرس النبى، وفيها تستطيل حرقفو الرجل بوضوح وكذلك يستطيل كل من الفخذ والقصبة ويوجد تجويف وسط الحافة الداخلية للفخذ تنمو على جانبيه أشواك قوية فى تثبيت الساق أثناء قبضها على الفريسة بالاشتراك مع الفخذ شكل (٢٢-جـ).

٤- رجل عوم Swimming leg : وفيها تتفرطح أجزاء الرجلين الخلفيتين كما يوجد على حافة كل منهما صف من الشعر الطويل وتعملان كالمجداف بالنسبة للحشرات المائية كما

فى البقة المائية الكبيرة *Lethocerus niloticus* اما ارجلها الامامية فتتحور للقنص (٢٢- د).

٥- رجل تنظيف Cleaning leg : وينتاب هذا التحور الأرجل الأمامية لبعض الحشرات وبخاصة حشرات حرشفية الأجنحة من آباء دقيق والفراشات وكذلك نحل العسل ليساعد فى تنظيف قرون الاستشعار وأجزاء الفم. ويتمثل ذلك فى انحناء مهماز القصبة إلى الداخل فى حين تتكون حفرة مكسوة بالشعر الكثيف على أولى قطع الرسغ فيمر العضو المراد تنظيفه فى هذا المكان شكل (٢٢- و).

٦- رجل حفر Digging leg : ويرى هذا النوع من الحشرات الحافرة كالجعال وكلاب البحر ويظهر ذلك بوضوح فى الأرجل الأمامية التى تقصر قطعها وتمسك وتظهر الأسنان القوية على القصبة ليمكنها القيام بعملية الحفر بينما يختزل الرسغ أو يضمحل شكل (٢٢-ى).

٧- رجل جمع Collecting leg : وتلاحظ ان التحور الذى طرأ على هذا النوع إنما هو فى تضخم أولى عقل الرسغ بحيث تفوق حجم القصبة، مع وجود تجويف بينهما يعرف بسلة حبوب اللقاح Pollen basket. كما ينمو على السطح الخارجى لتلك العقلة مجموعات من الأشواك القوية والطويلة التى تتراص مع بعضها فى صفوف عرضية يطلق عليها جميعاً فرشاة جمع حبوب اللقاح Pollen brush وأوضح ما يرى هذا النموذج فى الأرجل الخلفية نحل العسل شكل (٢٢- ز).

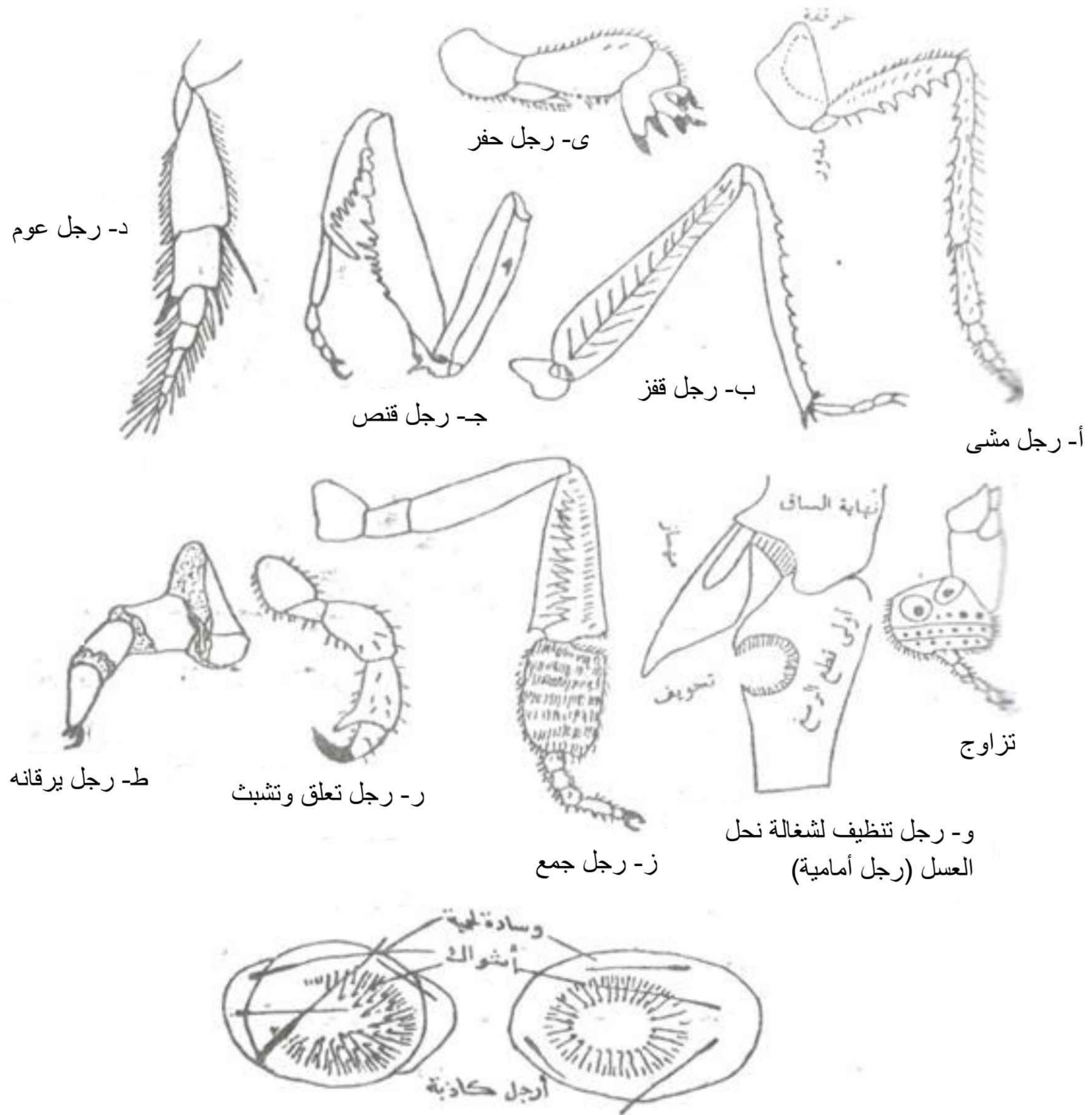
٨- رجل تعلق Clinging leg : وفى هذا النوع تنتهى القصبة بمهماز منحنى إلى أعلى فى حين يتكون الرسغ فى عقله واحدة تنتهى بمخلب منحنى أيضاً فى مقابلة المهماز القصبى ليساعد الحشرة على التثبت بعائلها. ويرى هذا النموذج فى الحشرات المتطفلة مثل أنواع القمل المختلفة Lice التى تتبع رتبة العمل الماص Anoplura شكل (٢٢-ح).

٩- رجل تزاوج Grooming leg : وتمتاز ذكور بعض الحشرات المائية بتفرطح حلقات الرسغ الثلاث القاعدية فى أرجلها الأمامية، وينمو وسائد تشبه الممصات وكذلك وجود بعض الأشواك الغدية ذات الإفراز الخارجى حيث تفرز إفرازات لزجة مما يتيح للذكر الإمساك بأنثاه أثناء عملية التساقد أو التزاوج كما هو الحال فى خنفساء. *Diticus* sp. المائية. وقد يساعد هذا التحور على العوم أيضاً وإن كان السائد أن التحور الذى يطرأ على الأرجل بغرض العوم إنما هو الأرجل الخلفية شكل (٢٢-هـ).

١٠- رجل اليرقات Larvl legs : تمتاز يرقانات الجعال. أما اليرقانات حقيقية بسيطة التركيب وقد تكون قوية كما فى يرقانات الجعال. أما اليرقانات الأسطوانية Eruciform للحشرات الحرشفية الأجنحة فتحمل نوعين من الأرجل وهما :

أ) أرجل حقيقية True legs : وهى ثلاثة أزواج صدرية شكل (٢٢- ط)

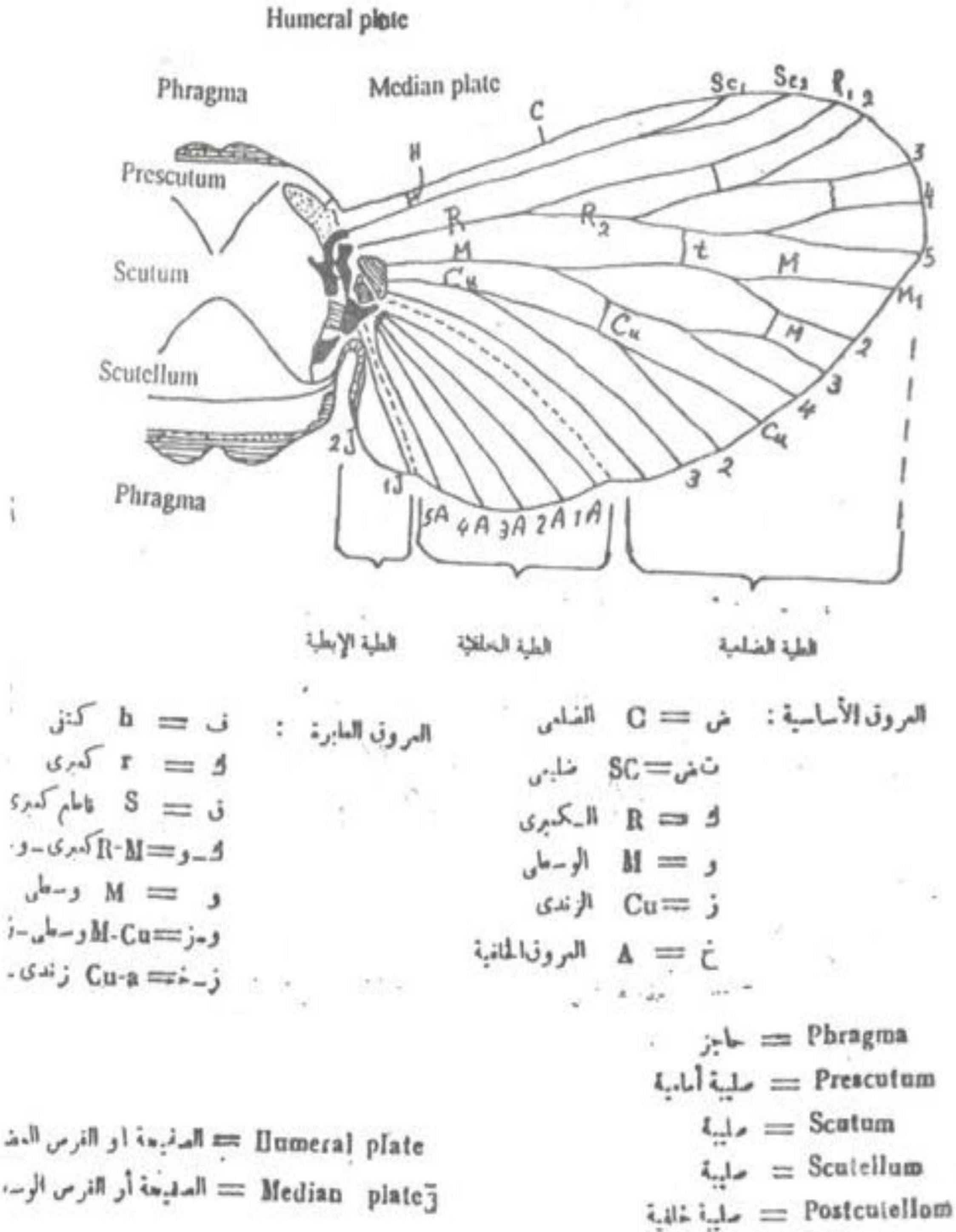
ب) أرجل كاذبة Proleges : وهى عبارة عن أزواج من الوسائد اللحمية. وتوجد على كل من الحلقات البطنية أرقام ٣، ٤، ٥، ٦، ١٠ وتنتهى كل وسادة بمجموعة من الخطاطيف التى تختلف فى أعدادها وأشكالها باختلاف أنواع الحشرات.



شكل (٢٢) تحورات الأرجل فى الحشرات

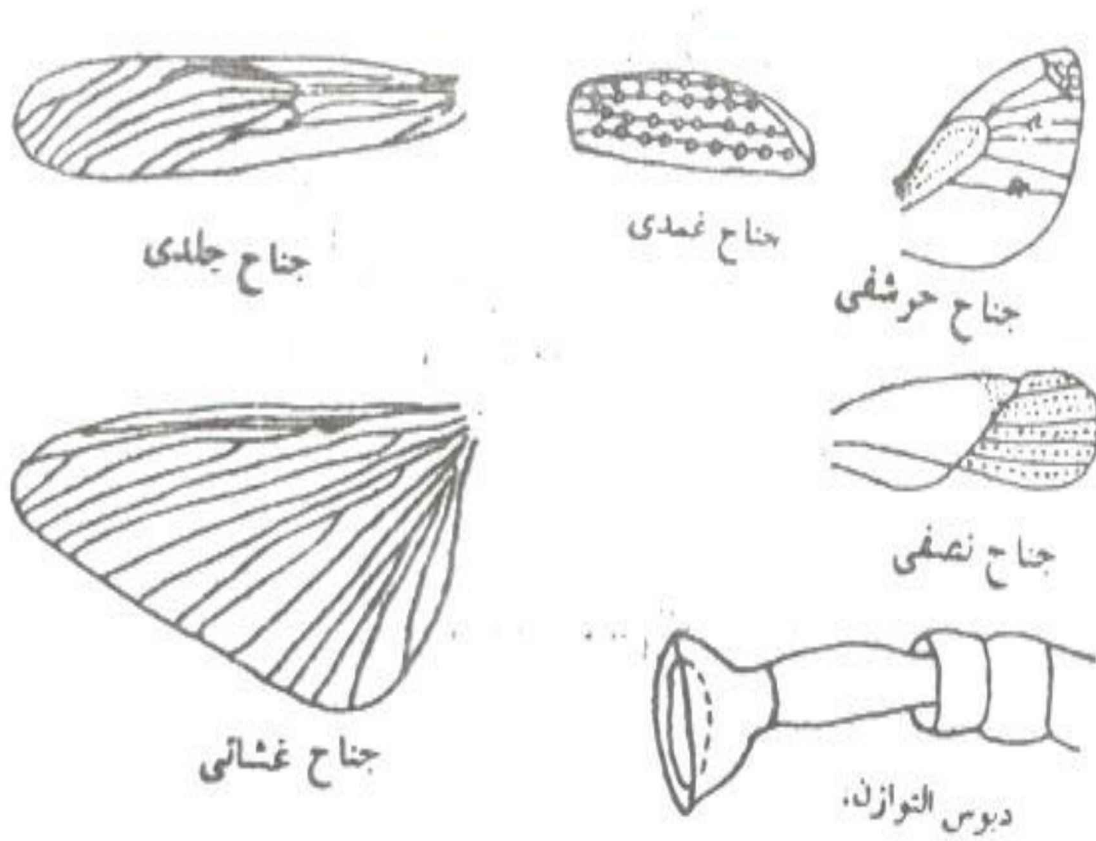
ب- الاجنحه فى الحشرات The Wings of insects :

نظام تعريق الاجنحه Wing venation or neuration



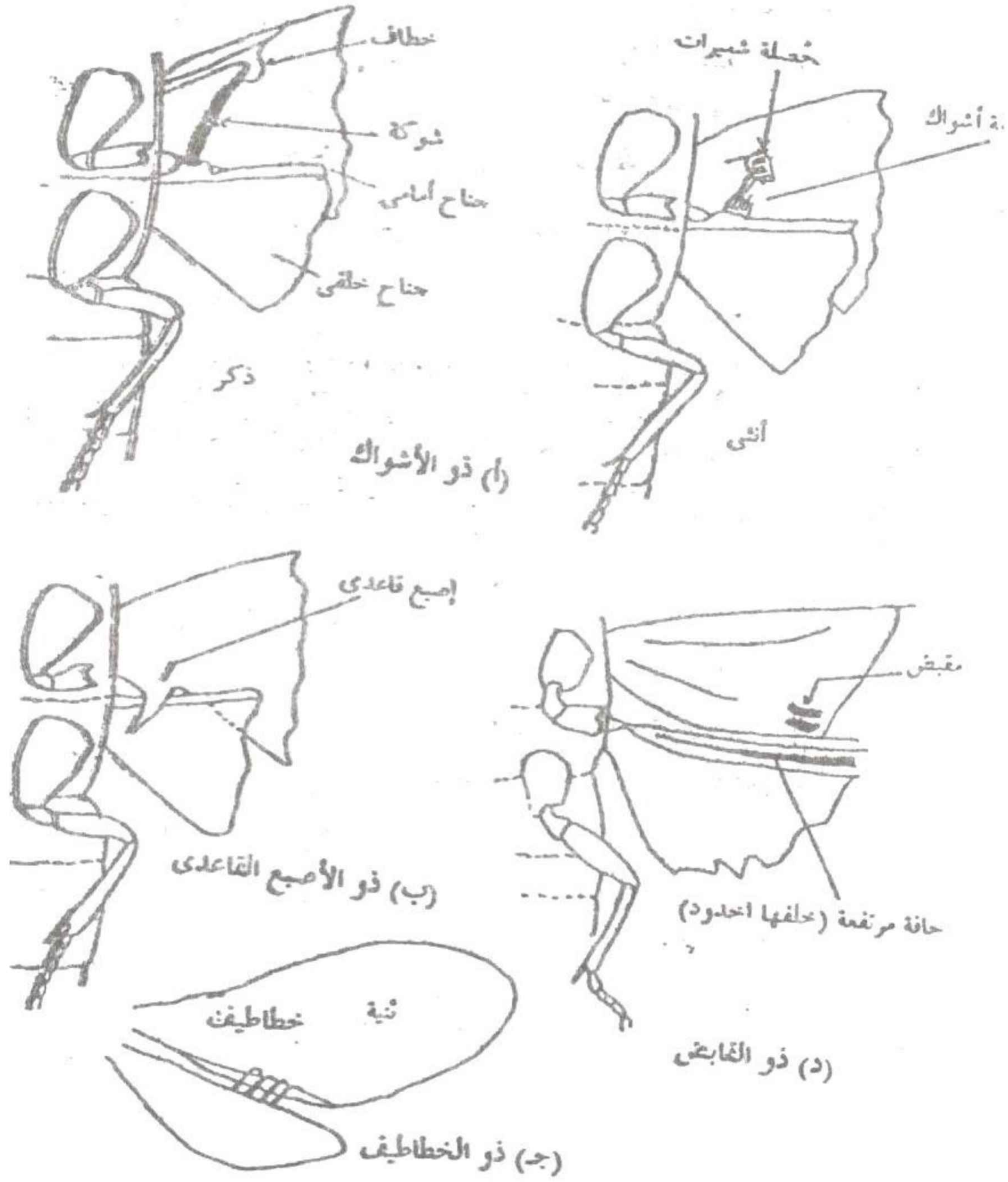
شكل (٢٣) الصفيحة الظهرية الثانية ، والأصلاب الأبطية ، والنظام الفرضى النموذجى للتعريق فى جناح الحشرة

(٣) تحورات الأجنحة Modifications of wings :



شكل (٢٤) تحورات الأجنحة فى الحشرات

(٤) آلات شبك الأجنح Wing-coupling Apparati :



شكل (٢٥) رسم تخطيطى يوضح بعض أشكال جهاز شبك الأجنحة

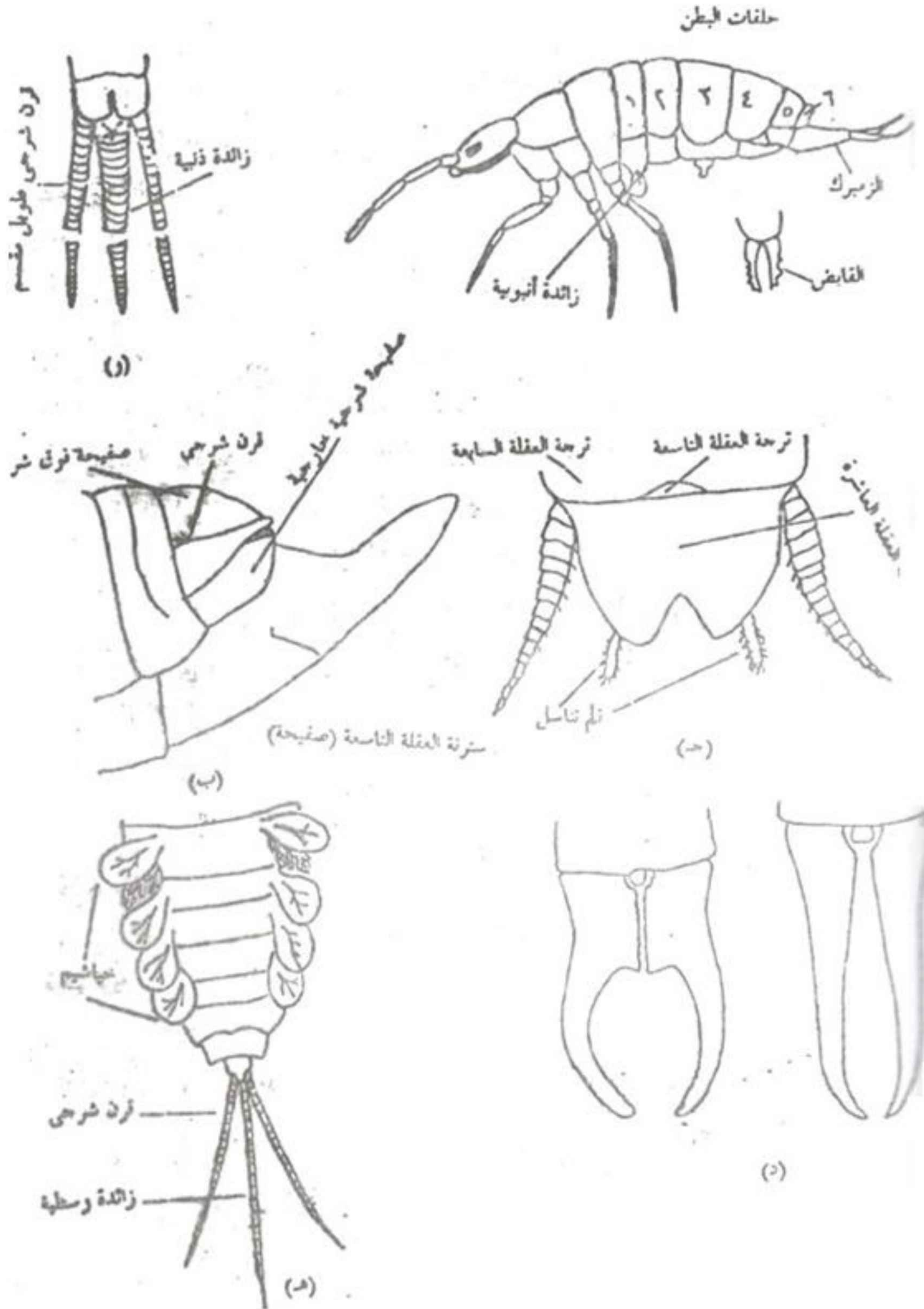
ثالثاً : البطن وزوائدها The abdomen and its appendages:

١- تركيب حلقات البطن Structure of abdominal segments :

شكل (٢٦) منظر جانبى لمنطقتى الصدر والبطن فى جنس Apis

(يظهر الخصر بوضوح)

أ- مجموعة الزوائد اللاتناسلية Non-Reproditive appendages



شكل (٢٧) يوضح الأشكال المختلفة للقرون الشرجية في بعض الحشرات

أولاً : آلة وضع البيض Female genitalia or ovipositor :

أما فى الحشرات الأخرى فيوجد جهاز خاص بعملية وضع البيض يتكون من عدة زوائد شكل (٢٨-أ) هى :

١- الصمامان البطنيان Ventral valves

٢- الصمامان الداخليان Inner valves.

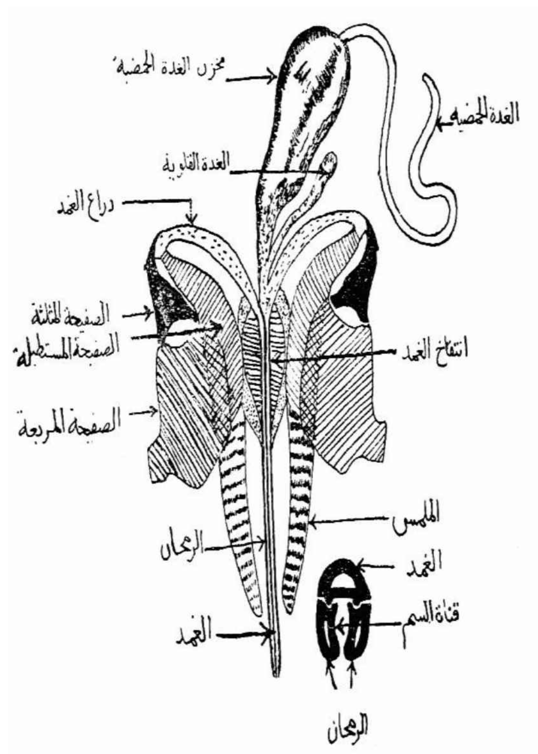
٣- الصمامان الخارجيان Outer valves

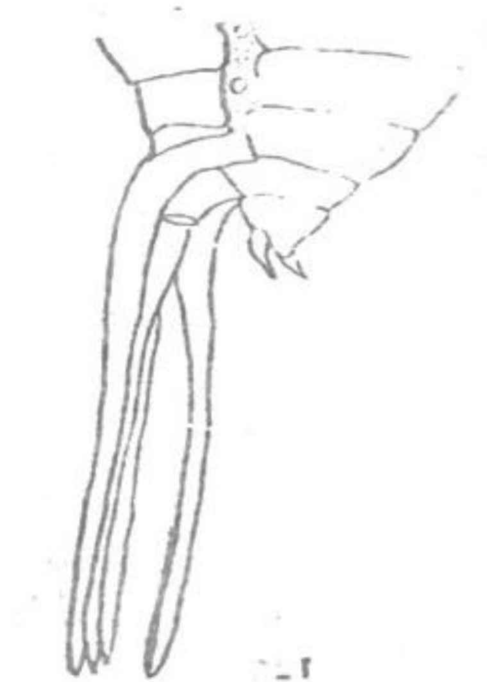
وقد تؤدى آلة وضع البيض وظائف إضافية بجانب وضع البيض كما فى الجراد، أو استخدامها فى الدفاع كما فى حشرات رتبة غشائية الأجنحة وإليك بيان لآلة اللسع فى شغالات نحل العسل شكل (٢٨-ب).

١- الصمامان البطنيان : وقد تحورا إلى رمحين أو مخرازين.

٢- الصمامان الداخليان : وقد اتحدا معاً وتكون منهما الغمد Sheath.

ب- الزوائد التناسليه Reproductive appendages :



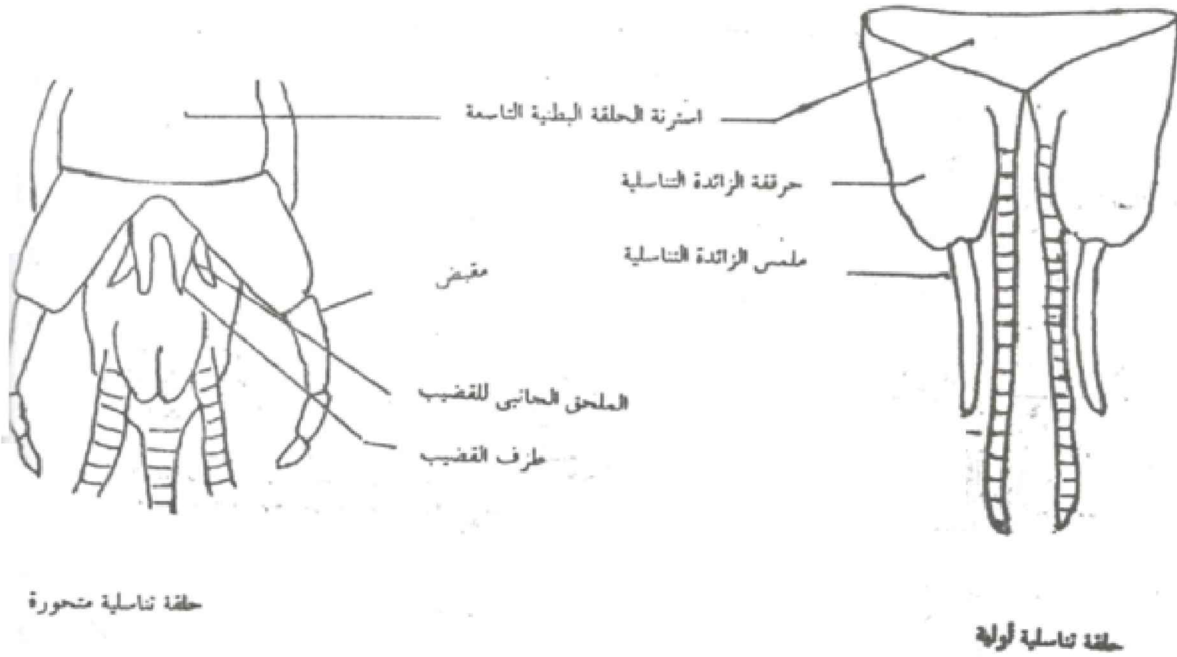


شكل (٢٨) أ- يوضح جهاز خاص لعملية وضع البيض

ب- اله اللسع في شغالة كل العسل محورة عن آلة وضع البيض

ثانياً : آلة السفاد

:Male Genitalia



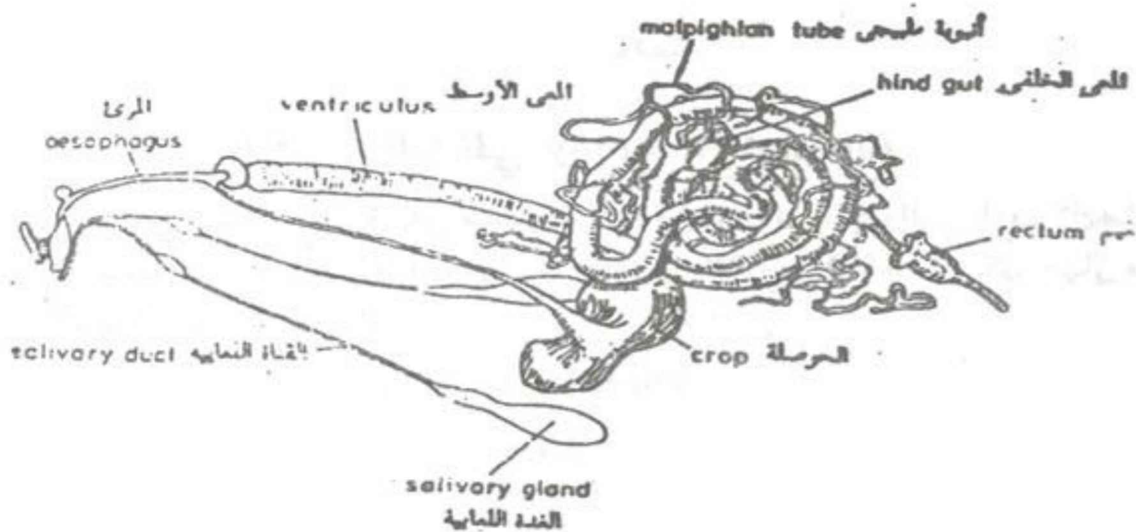
شكل (٢٩) رسم تخطيطي يوضح آلة السفاد (المتحورة) في ذباب مايو، وطريقة نشوئها من الزوائد التناسلية الأولية

الباب الثالث

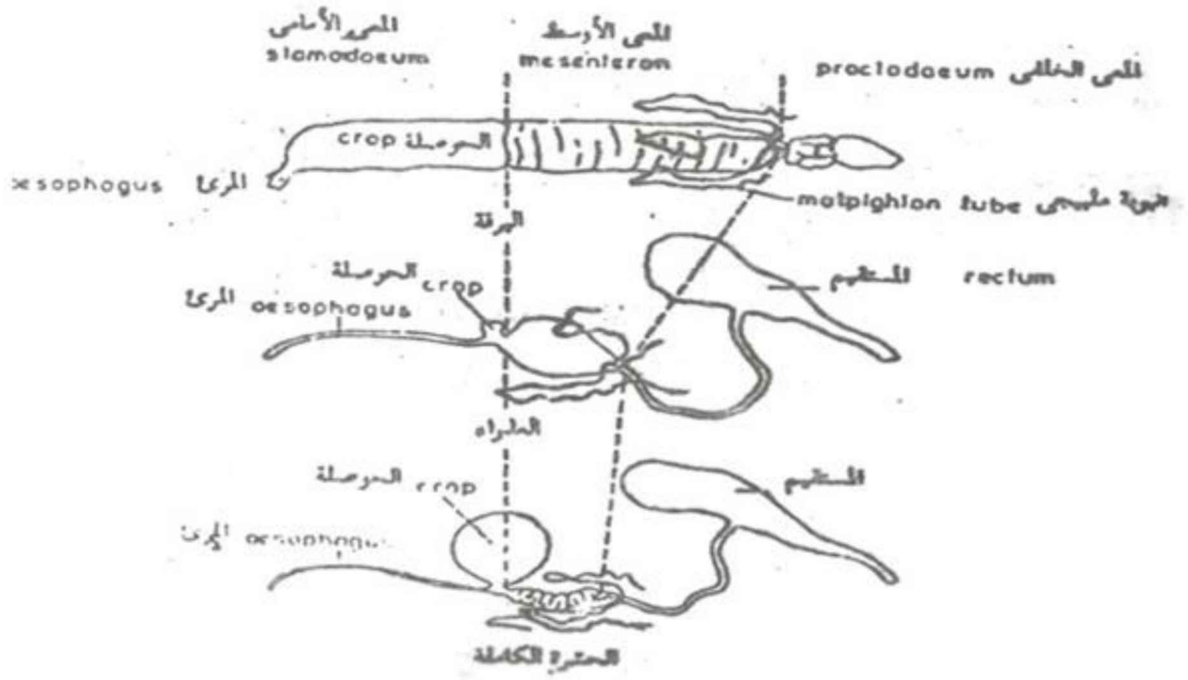
التشريح الداخلى Internal anatomy

أولاً : الجهاز الهضمى Digestive System :

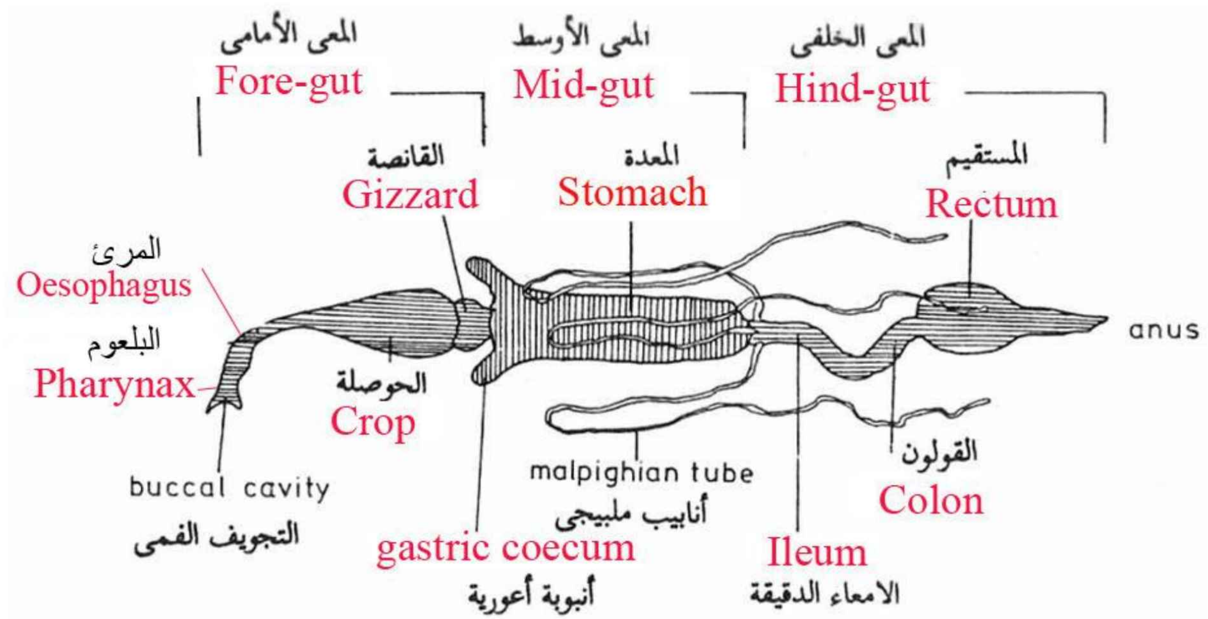
The Alimentary canal القناة الهضمية



شكل(٣٠) القناة الهضمية في ذبابة الفاكهة (رتبة ذات الجناحين)



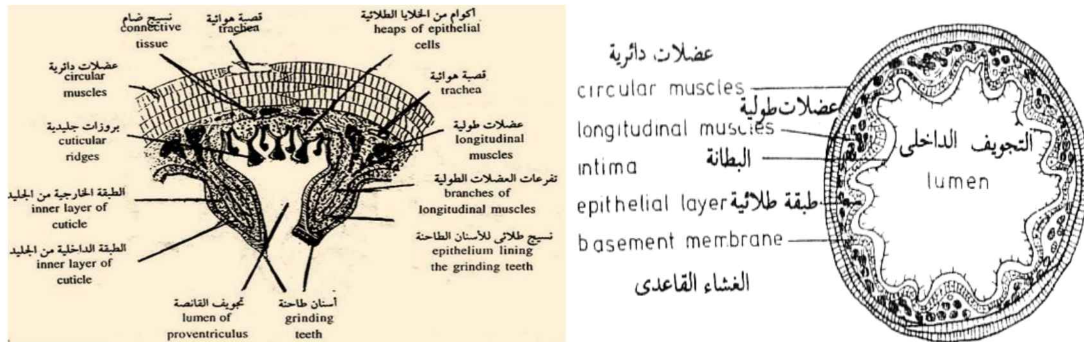
شكل (٣١) التغير في شكل القناة الهضمية أثناء التطور من اليرقة إلي الحشرة الكاملة في حشرات حرشفية الأجنحة



شكل (٣٢) رسم تخطيطى يبين مكونات القناة الهضمية

١- المعى الأمامى (المعبر الفمى) Fore gut (Stomodaeum)

وينشأ المعى الأمامى من ابنعاج طبقة الإكتودرم نحو الداخل ويقوم بتفتيت الطعام وخزنه قبل مروره إلى ألمعى الأوسط. ويتركب نسيجياً من الداخل إلى الخارج من الطبقات التالية كما في شكل (٣٣) :

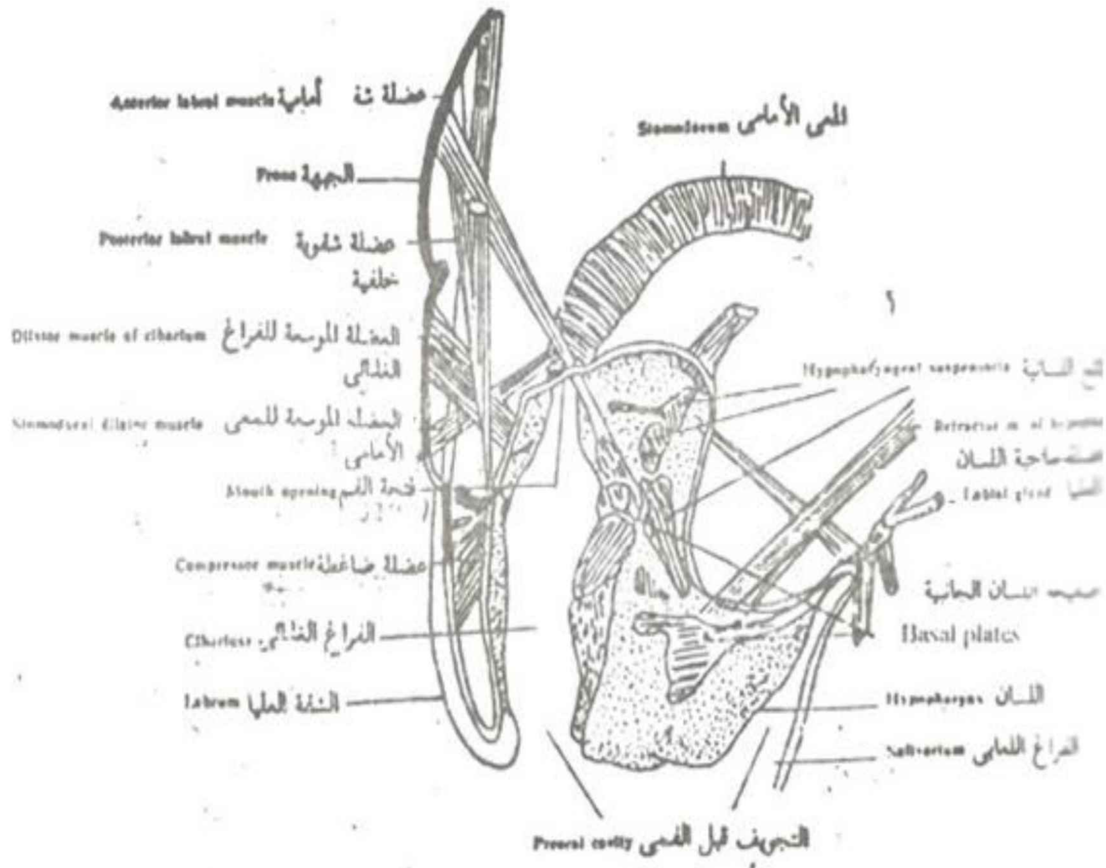


قطاع عرضى فى القانصة   قطاع عرضى فى الحوصلة

شكل (٣٣)

ويتكون المعى الأمامى من المناطق الآتية :

أ- التجويف قبل الفمى Pre-oral cavit :



شكل (٣٤) الفراغ قبل الفمى

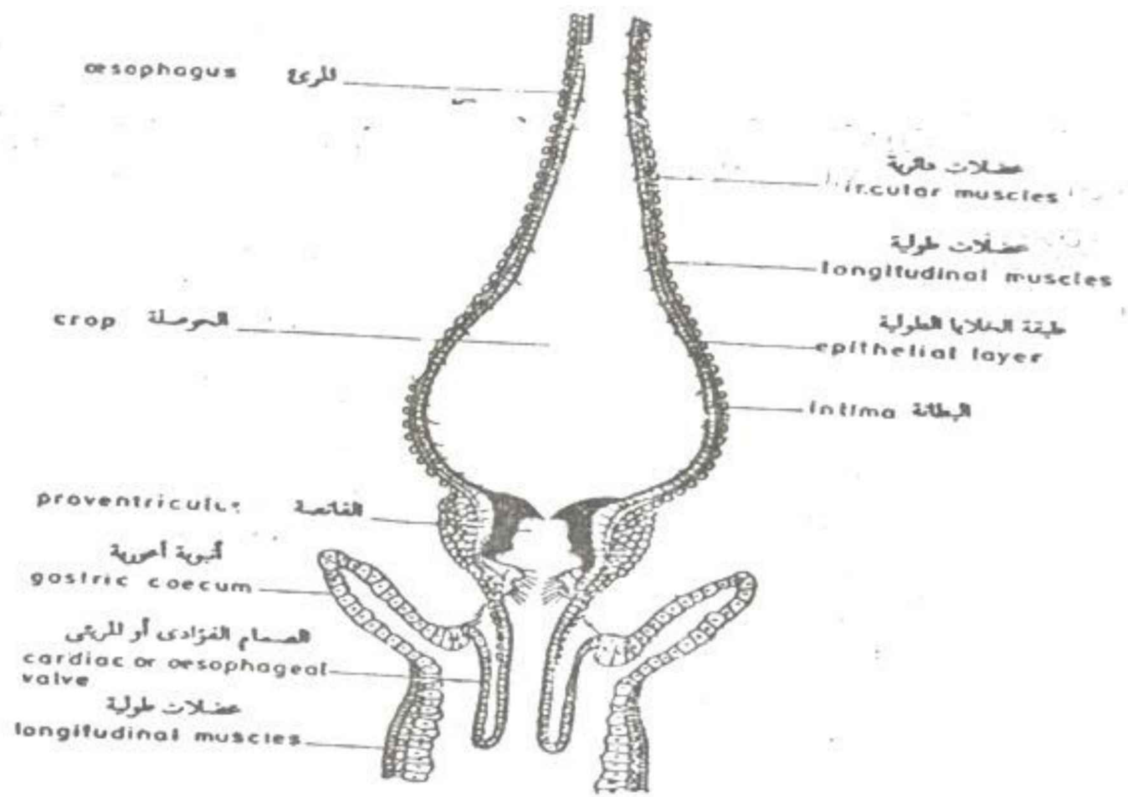
ب) البلعوم Pharynx :

جـ) المريئ Oesophagus :

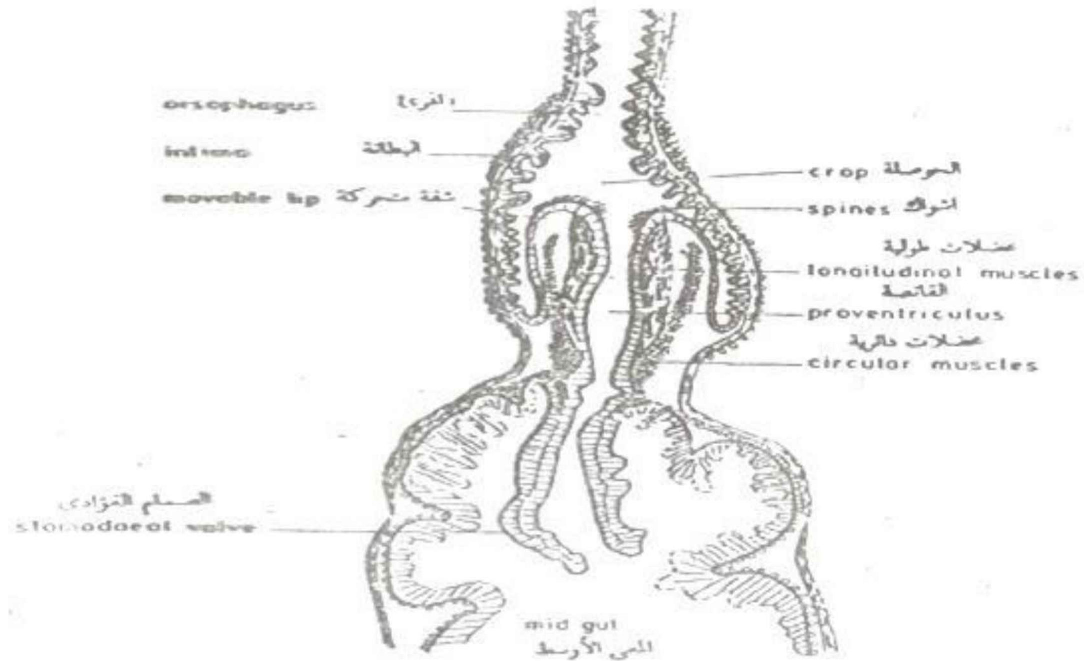
د) الحوصلة Crop :

هـ) القانصة Proventriculus :

و) الصمام الفؤادى أو المريئ Cardiac or oesophagal valve :



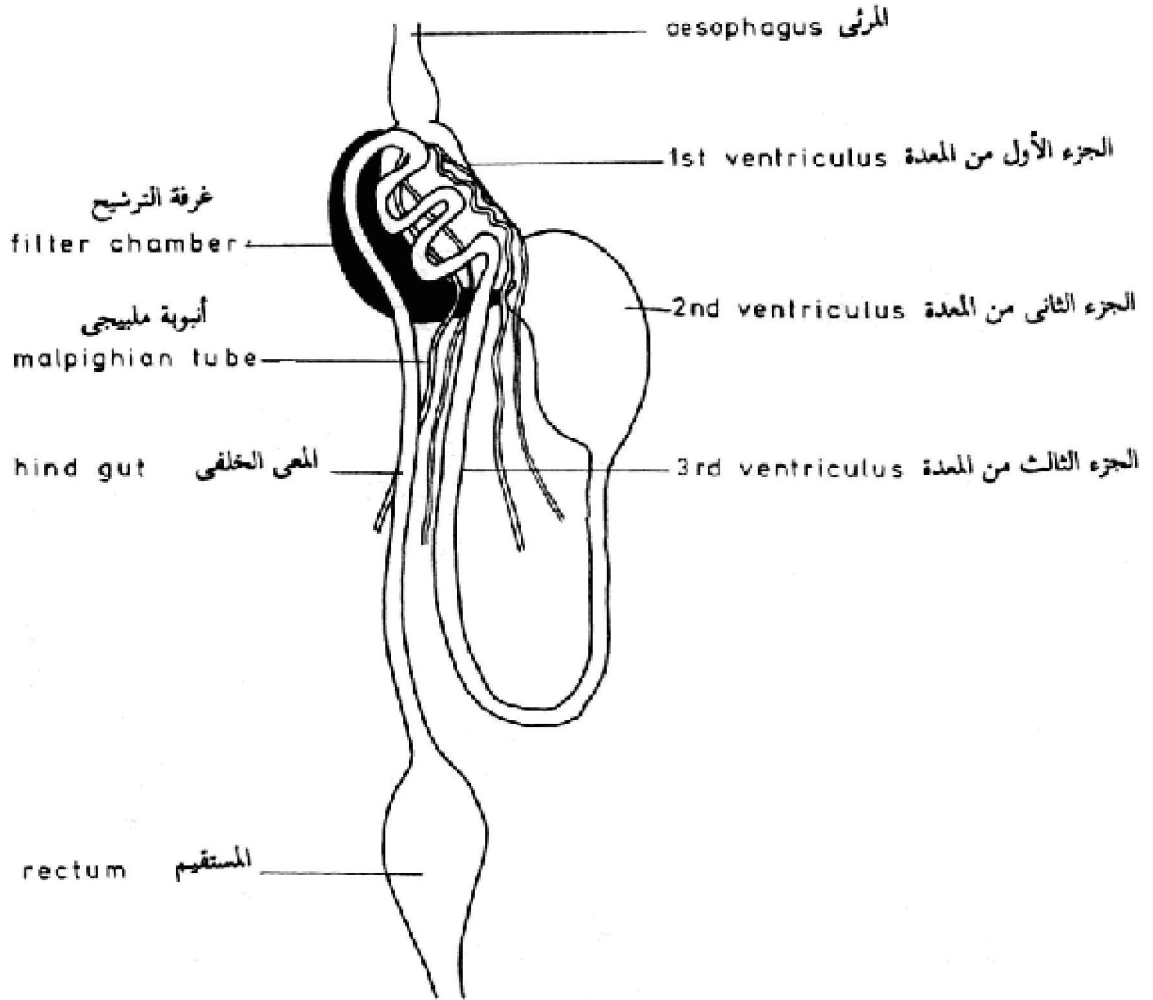
شكل (٣٥) قطاع طولى فى المعى الأمامى موضحاً الصمام الفؤادى فى الجراد



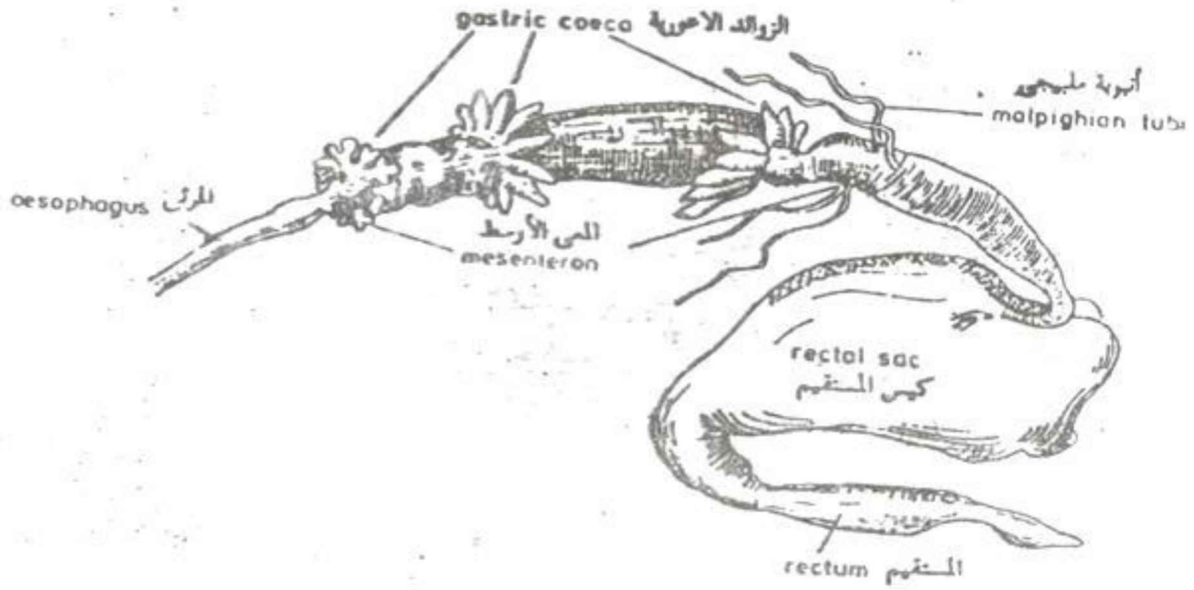
شكل (٣٦) الصمام الفؤادى أو المريئ فى النحل

٢- المعى الأوسط أو المعدة Mid gut or stomach :

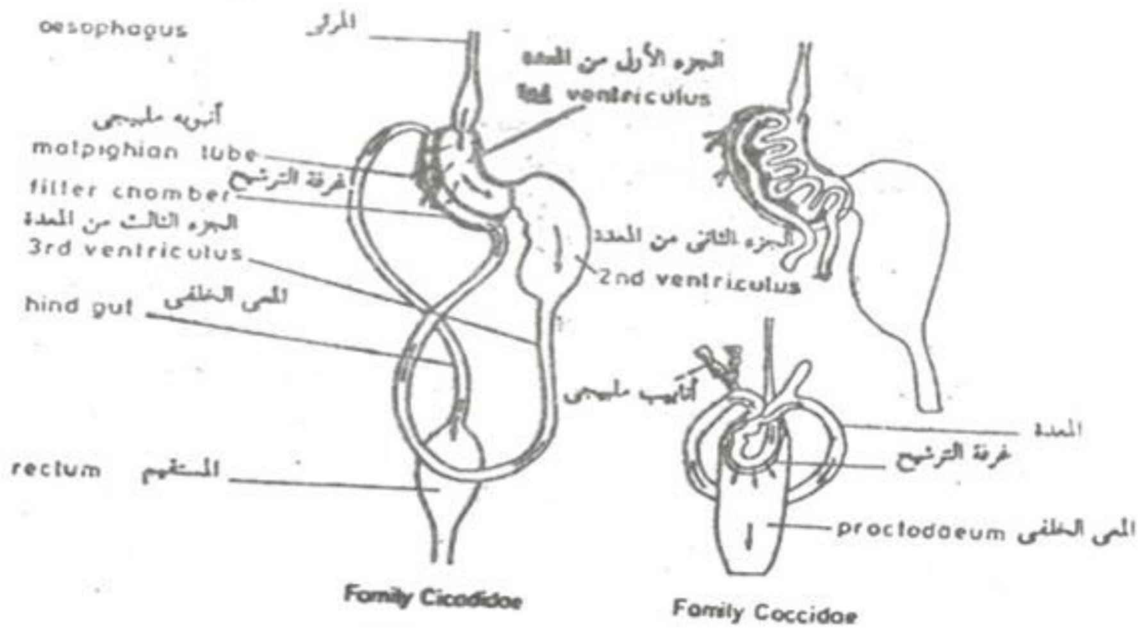
تحورات المعى الأوساط Modification of the Mid Gut



شكل (٣٧) القناة الهضمية النموذجية فى رتبة تصفية الأجنحة المتجانسة



شكل (٣٨) القناة الهضمية فى يرقة من فصيلة الجعال (غمدية الأجنحة)



شكل (٣٩) أشكال غرف الترشيح فى حشرات نصفية الأجنحة المتجانسة

التركيب التشريحى لجدار المعدة :

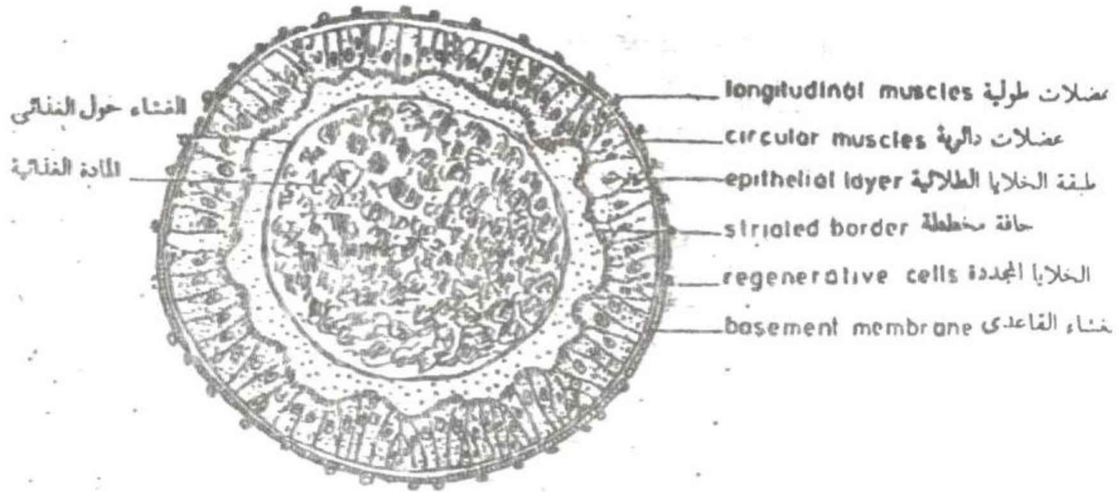
يتركب جدار المعدة تشريحاً من الداخل إلى الخارج كما يلى :

١- الطبقة الطلائية المعدية Epithelial Layer :

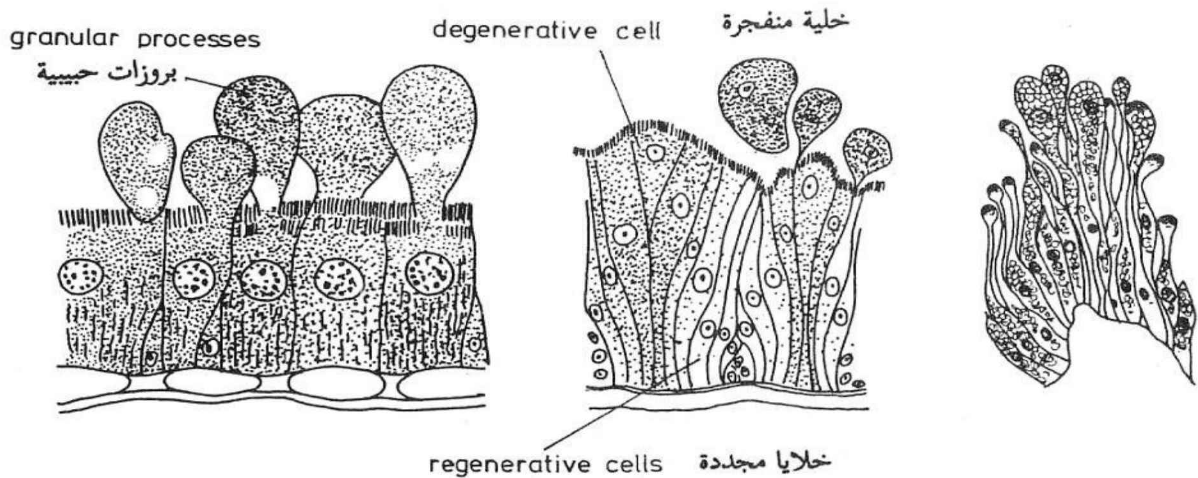
٢- الغشاء القاعدى Basement membrane :

٣- طبقـــة العضـــلات الدائريـــة

٤- الغشاء البريتونى

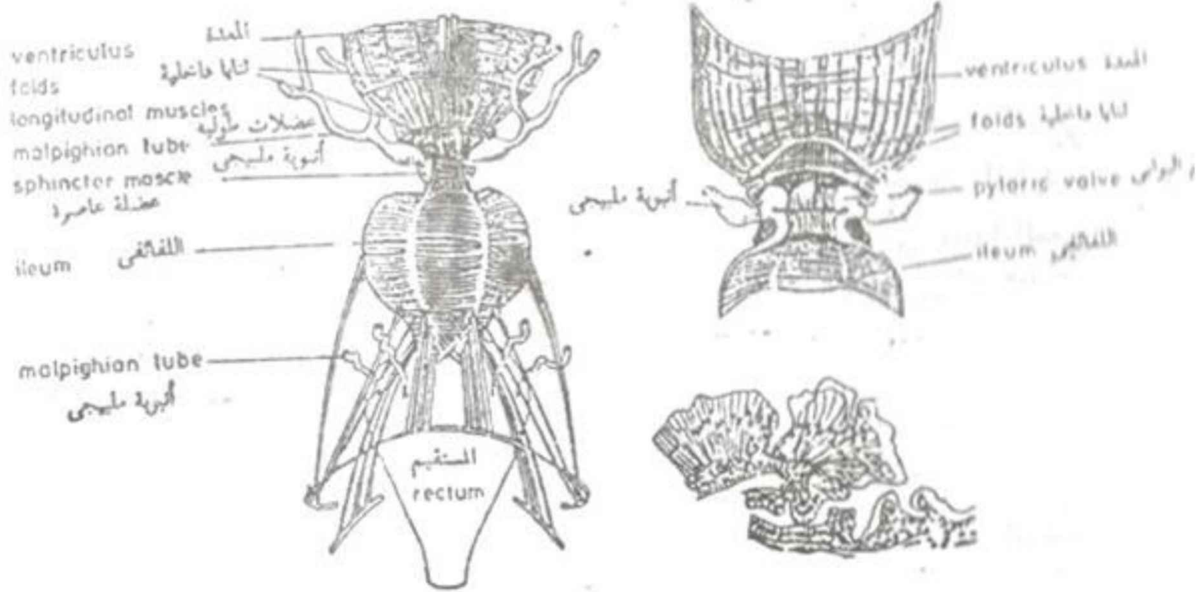


شكل (٤٠) قطاع عرضى فى المعدة

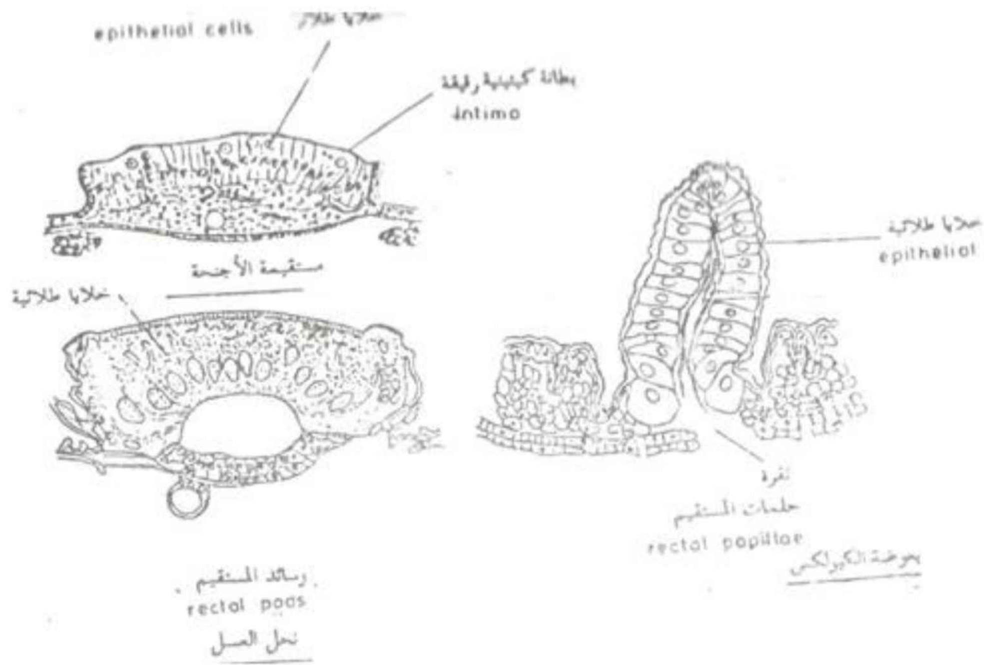


شكل (٤١) أشكال مختلفة للخلايا المجددة فى الطبقة الطلائية المعدية

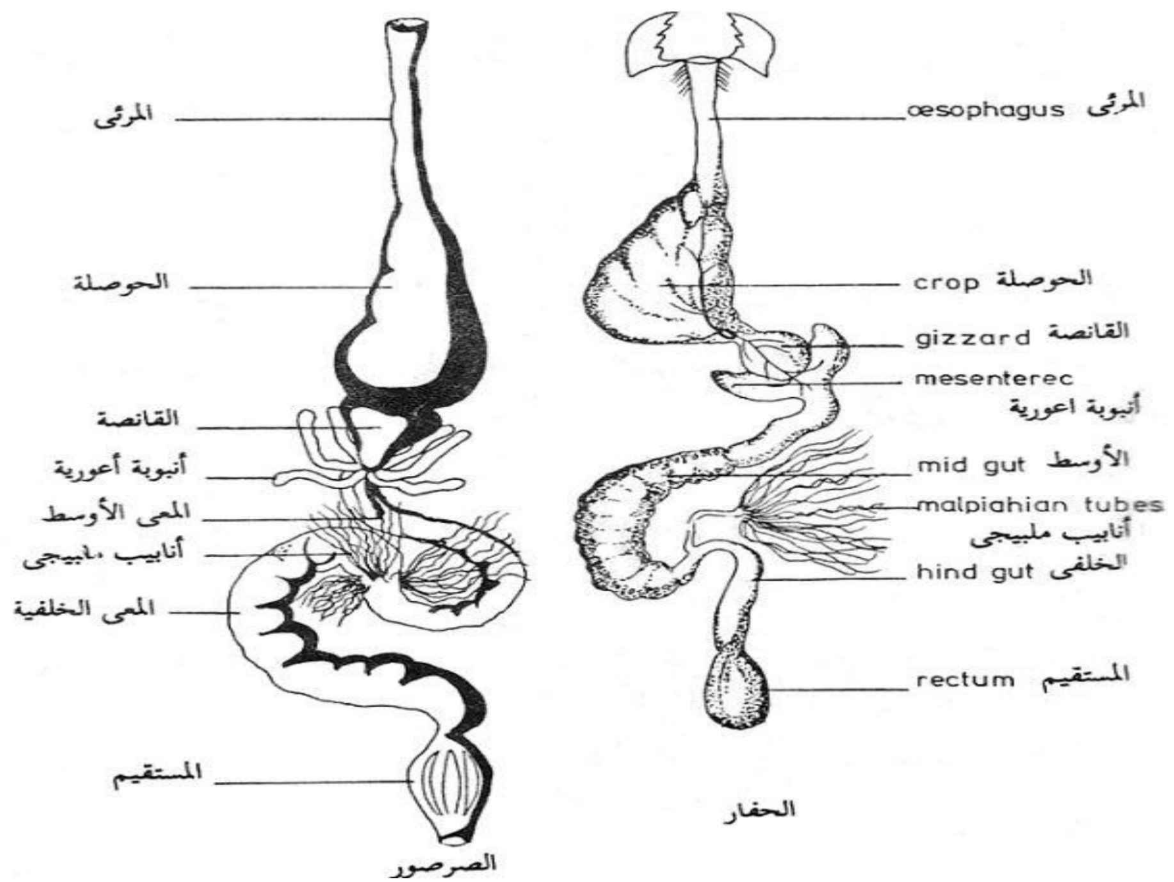
٣- المعى الخلفى (المعبر الشرجى) Hind gut or protidoeum



شكل (٤٢) الصمام البوابي



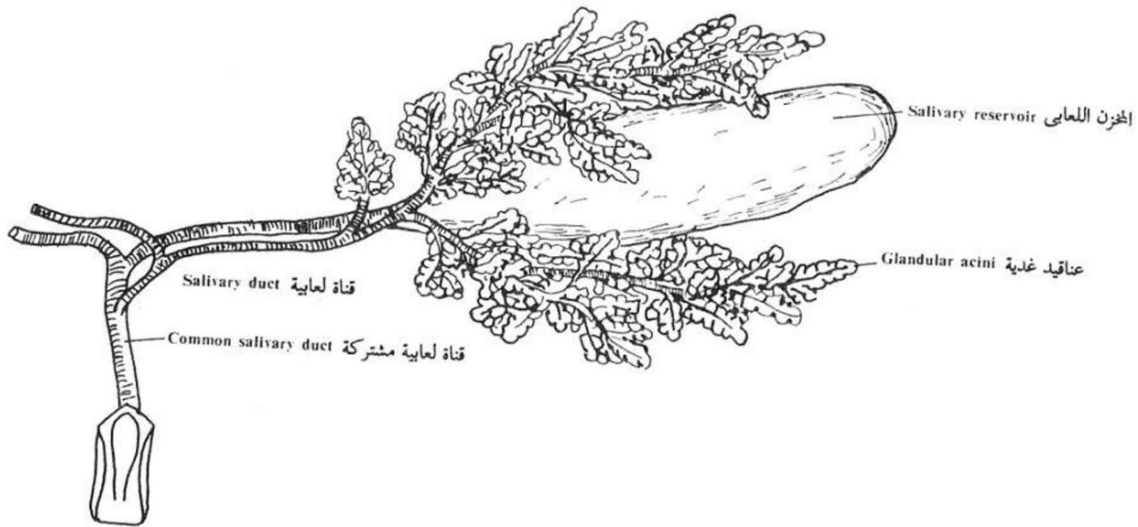
شكل (٤٣) الاشكال المختلفة لاعضاء المستقيم



شكل (٤٤) الجهاز الهضمى فى الحفار، الصرصار

ب) ملحقات القناة الهضمية Accessory parts :

أ- الغدد اللعابية The Salivary glands :



شكل (٤٥) الغدد اللعابية في الصرصور والامريكى

وظائف الجهاز الهضمى

ـ تمثيل المواد الغذائية :

التمثيل الغذائى : هو عمليات التحول التى تحدث للغذاء المهضوم للاستفادة منه اما فى انتاج الطاقة اللازمة لنشاط الكائن او لبناء الانسجة اللازمة لنمو الجسم وحيويته ولذا فالتمثيل الغذائى يشمل النوعين التاليين :

١ـ هدم الجزيئات العضوية والحول على الطاقة من الروابط الفسفورية .
٢ـ تخليق جزيئات بعض المركبات العضوية المعقدة التركيب من مواد ابسط منها ويحتاج اليها الكائن الحى مثل الهرمونات.

وتتم هذة العمليات اما:

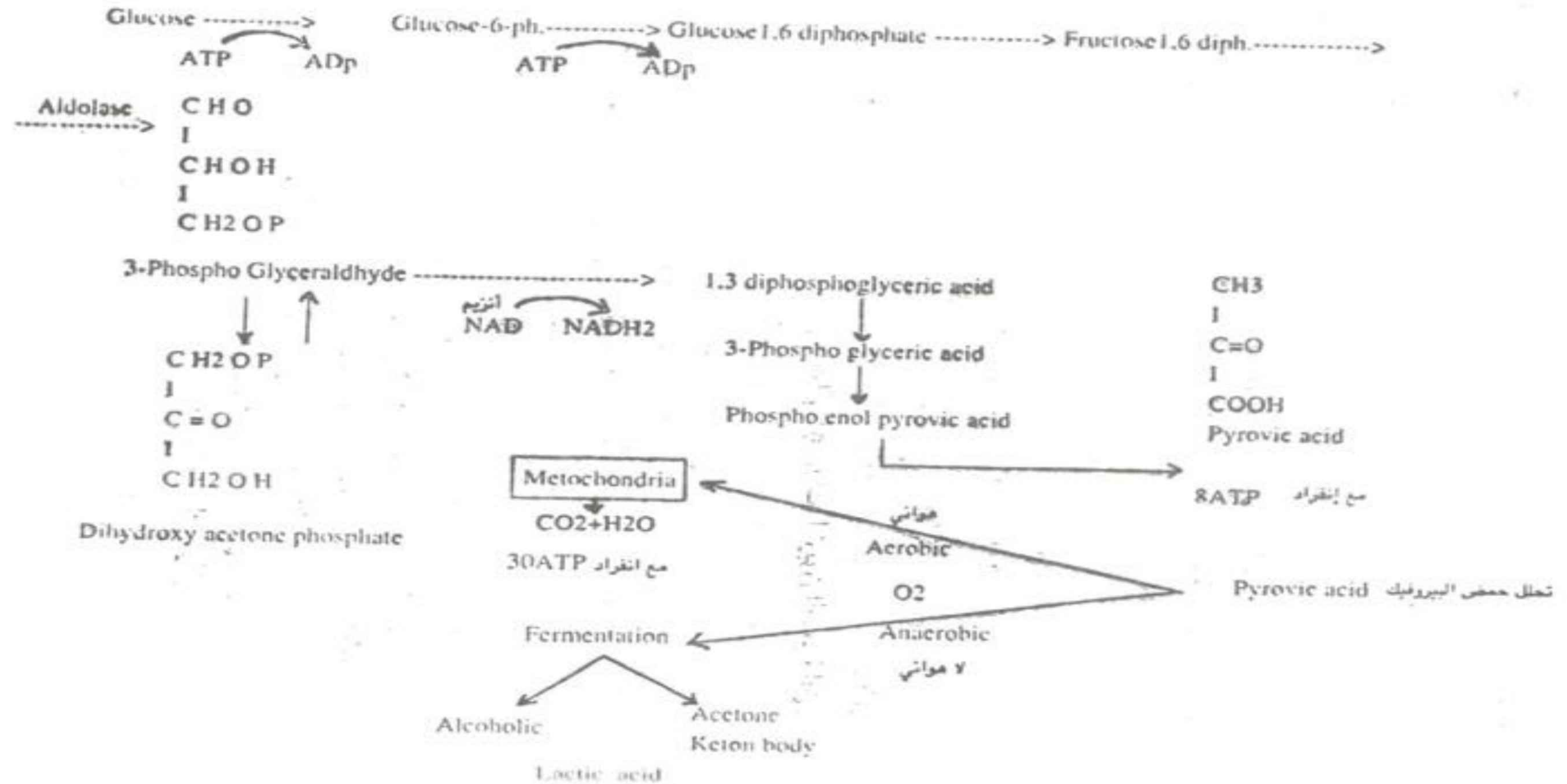
١ـ لاهوائياً: وتتم بسرعة داخل الخلايا وتتولد عنها كمية صغيرة من الطاقة .
٢ـ هوائيا : وتتم ببطء ويولد عنها كمية كبيرة من الطاقة .

هدم جزيئات المركبات العضوية:

سبق ان ذكرنا أن غذاء الحشرة يحتوى على ثلاثة اقسام رئيسية ، وهى الكربوهيدرات والبروتينات والدهون ، وكلها تستخدم كمصدر للطاقة فى الحشرات، ويعتمد تحلل هذة المواد على نظام معقد من التفاعلات الانزيمية وتعتبر دورة كربس krebs وهى محور هذه العمليات وتعمل الانزيمات بالطبع كعوامل مساعدة تؤثر فى الاكسدة الكاملة لمجموعتى كربوكسيل لتحولهما الى H_2O، CO_2 ويم التفاعل خلال سلسلة من نزع الهيدروجين حيث ينطلق CO_2 فى السوائل بينما الهيدروجين الذى ينلق من عمليات اتحاد المواد المختلفة تخرج فى سلسلة أو حامل الكترونى ينطلق عليه (NAD) مركب بتكوينين ادينين ثنائى والفلافوبروتين والسيتوكروم امثلة شائعة لهذة العملية ، ام الالكترونات H_2 تتكون من جزيئات O_2 ماء H_2O وعمليات انتقال الهيدروجين مرتبطة بعملية فسفرة ولذا فان المعادلة الاساسية لانطلاق الطاقة فى عملية نزع الهيدروجين والتى ترتبط فى صورة روابط فسفورية ، هى روابط ذات طاقة عالية تؤدى الى تكوين ثلاثى فوسفات الادينين (ATP) من ثنائى فوسفات الادينين (ADP) . وتسمى طاقتها الى وجد فى الشق الفوسفاتى بالطاقة القابلة للاسقبال ، وتستخدم الطاقة المنطلقة هنا فى العمليات المختلفة فى الجسم حيث يحتاج اليها لبقاء حياته ، اى ان الجسم يحتاج الى ATP لعمليات كثيرة اهمها انقباض العضلات ، التخليق الكيماوى ، انتاج الضوء فى الاعضاء المضيئة لبعض انواع الحشرات وما شابه ذلك التفسير الحديث يكفى لتقبل بان انتاج ATP الذى يحدث اساساً نتيجة الفسفرة التاكسدية هو عملية اساسية لظروف معيشة الحشرة .

خطوات عملية Glycolysis

الخطوة الأولى لا هوائية وتتم في السنيوبلازم



ثانياً : الجهاز الدورى The Circulatory system

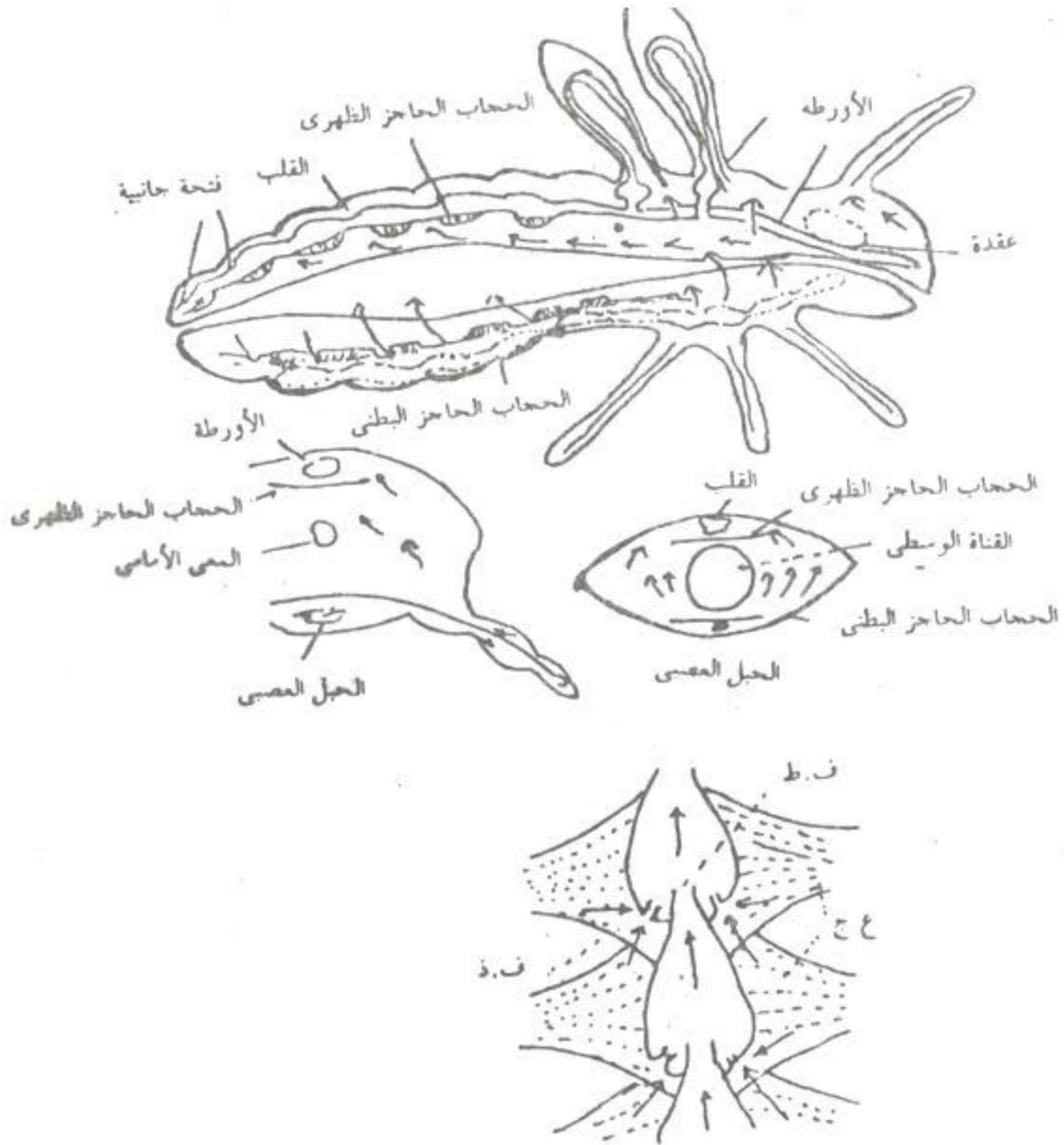
شكل (٤٦-أ) مما يلى :

أ- الوعاء الدموى الظهرى Dorsal blood vessel.

ب- التجويف الدموى Haemocoele.

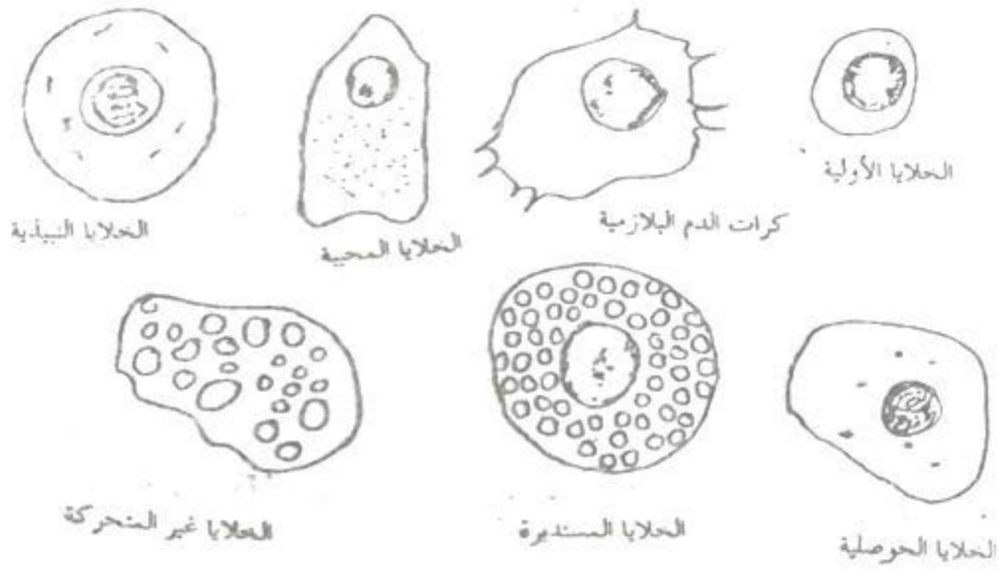
جـ- الأعضاء النابضة المساعدة Accessory pulsating organs.

د- الدم Blood or Hemolymph.



شكل (٤٦) يوضح الجهاز الدوري في بعض الحشرات

٢- خلايا الدم Haemocytes



شكل (٤٧) رسم توضيحى يبين الأنواع المختلفة من خلايا الدم

ثالثاً : الإخراج وأعضاء الإخراج

Excretion & Excretory organs

ويتم الإخراج فى الحشرات عن طريق الأعضاء التالية :

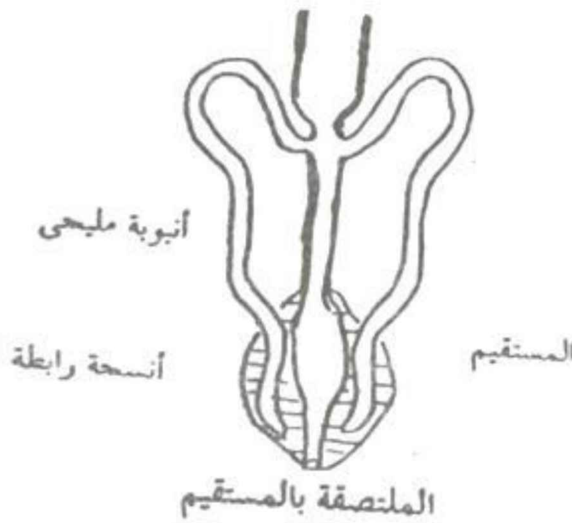
١- أنيبيبات ملبيجى Malpighian tubules



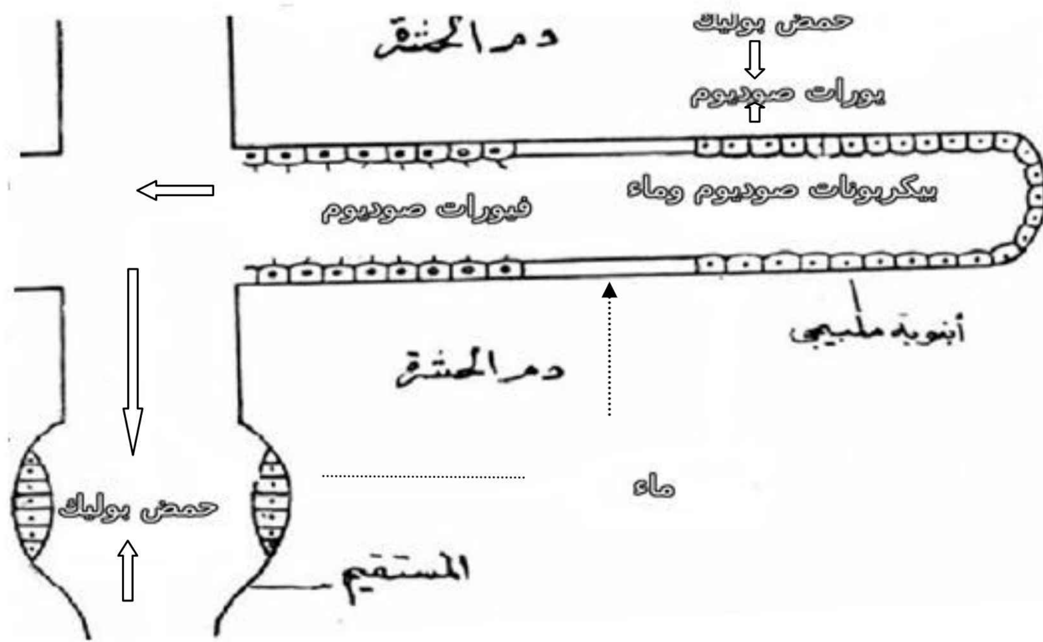
فى ذبابة من جنس Caliphors



فى دودة الشمع



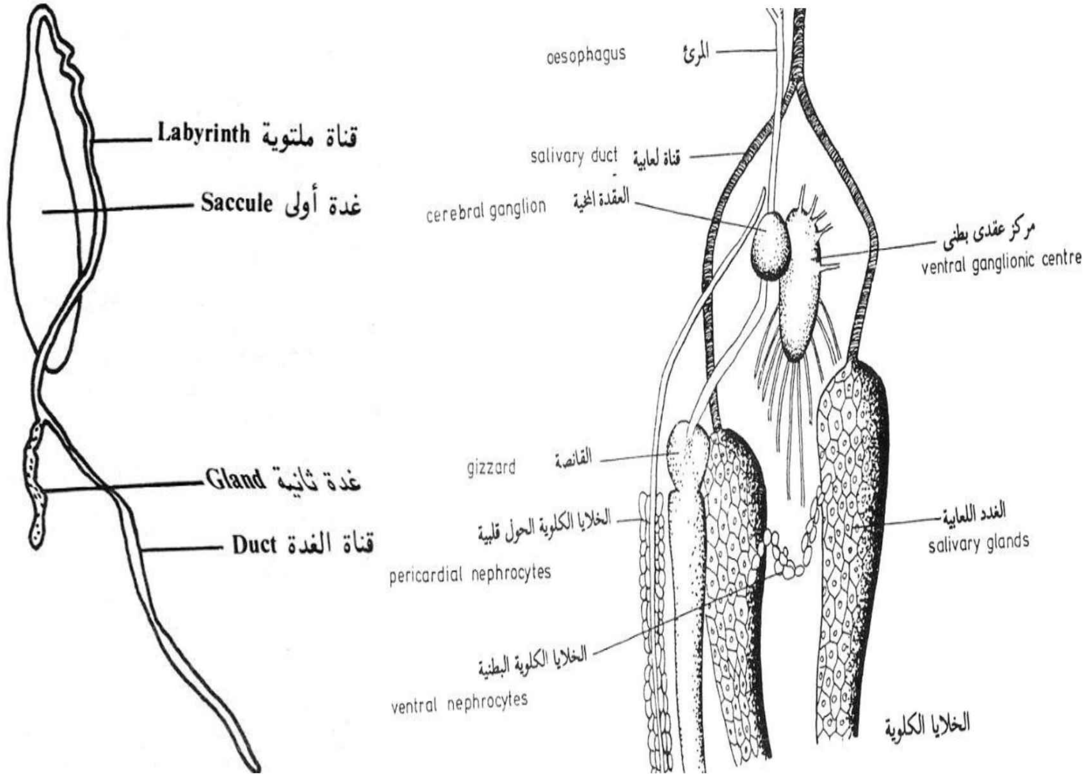
شكل (٤٨) أنابيب مليجى



شكل (٤٩) طريقة إخراج المواد الآزوتية التالفة بوساطة أنبوبة ملبيجى. يسترجع الماء إلى الحشرة عن طريق قاعدة (خط غير متقطع) أو عن طريق المستقيم (خط متقطع). تشير الأسهم إلى الدورة المائية التى يتم بواسطتها عملية الإخراج.

أعضاء الإخراج الأخرى Other excretiry organs

قد يتم إخراج حمض اليوريك Uric acid (شكل ٥٠-ب) عن طريق عدد خاصة كما فى كما في بعض الحشرات الأولية Collembola نظراً لغياب أنيبيبات ملبيجى حيث يتم الإخراج عن طريق عدد تسمى الغدد الشفوية، تفتح قنواتها عند قاعدة الشفة السفلى ولذلك يطلق عليها Labialglands شكل (ب) أما فى الصرصور الألماني *Blatella germanica* فيخزن حمض البوليك فى مواضع معينة من الغدد الجنسية الإضافية، ويمكث بها فترة مؤقتة ثم يمر عبر المستودع المنوى Spermatophore أثناء عملية التزاوج.

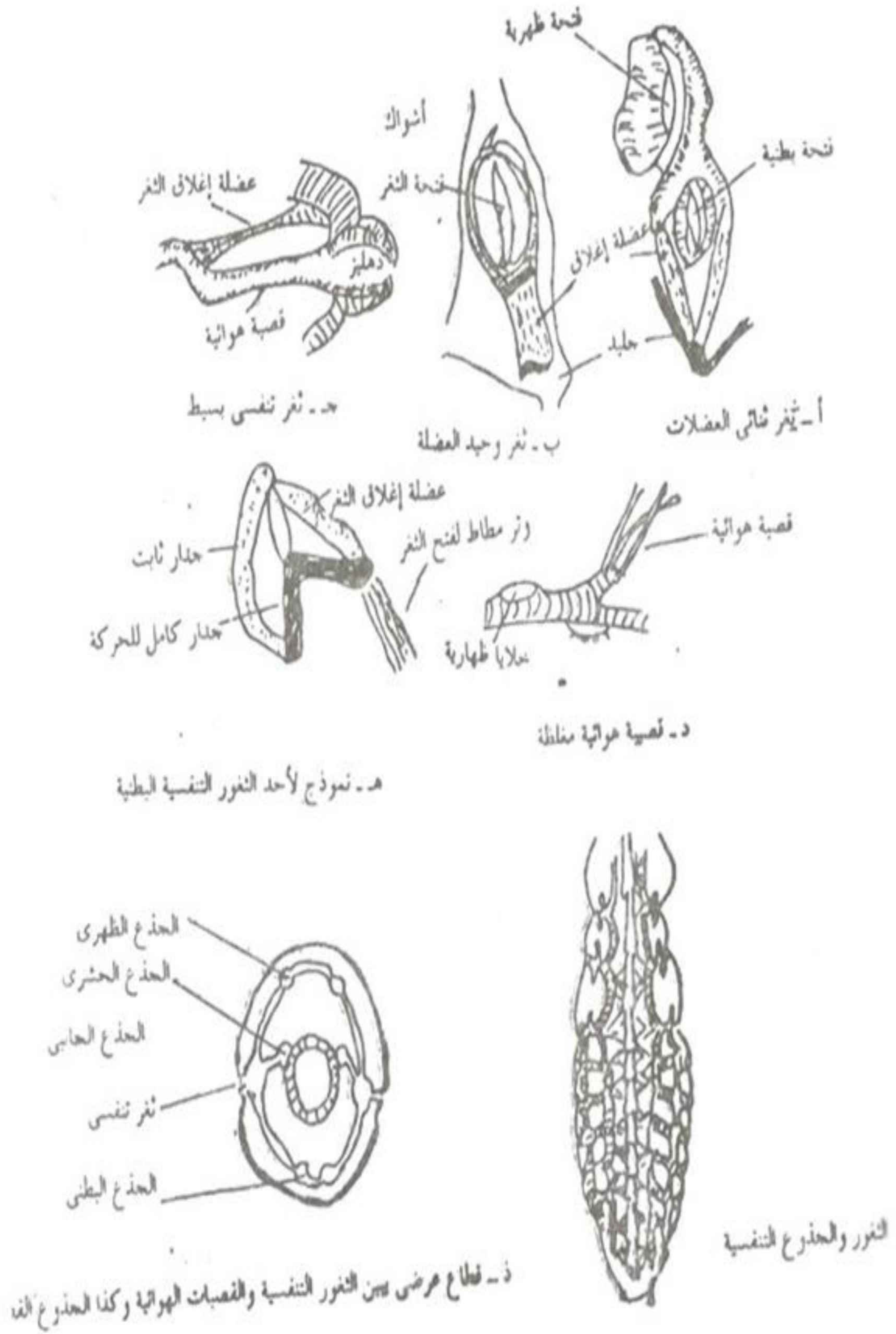


الإخراج عن طريق الخلايا الكلوية　　　　الإخراج عن طريق الغدد الشفوية

شكل (٥٠) يوضح بعض نماذج الإخراج في الحشرات

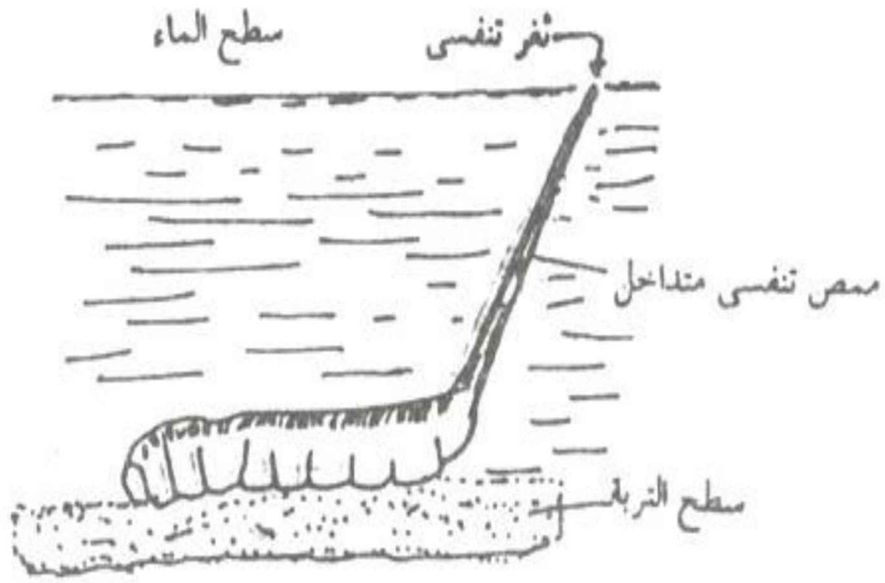
رابعاً : الجهاز التنفسى

Respiratory system

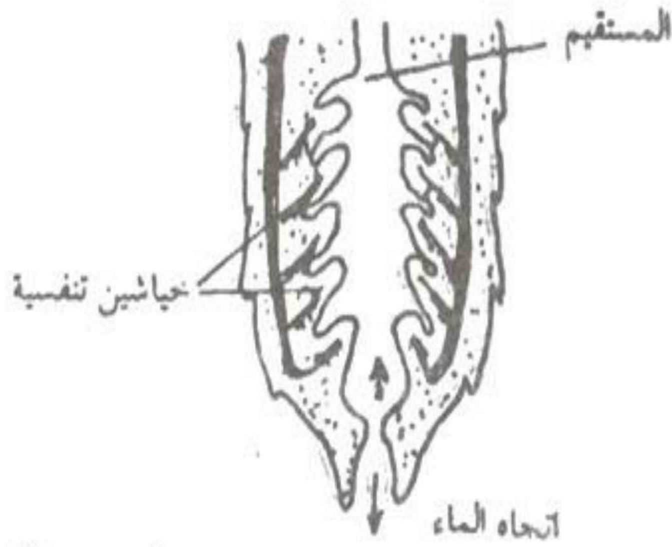


شكل (٥١) الجهاز التنفسى

أولاً : تنفس الحشرات المائية



ممص تنفسى فى يرقة ذيل الفأر

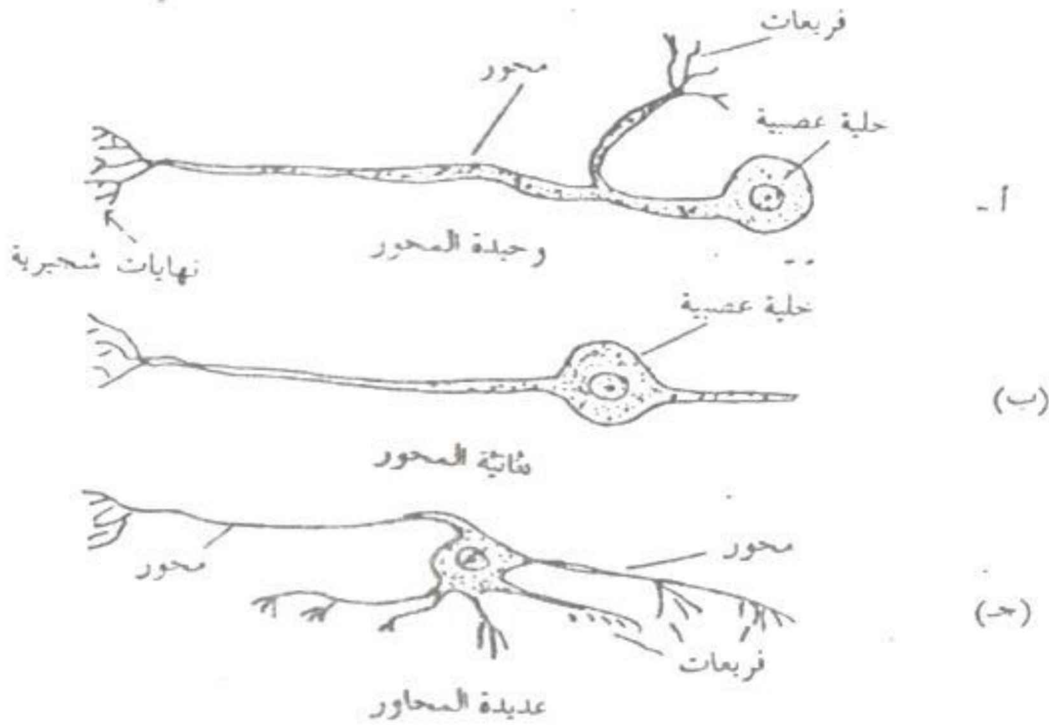


رسم توضيحى لخايشيم المستقيم فى حورية الرعاش الكبير

شكل (٥٢)

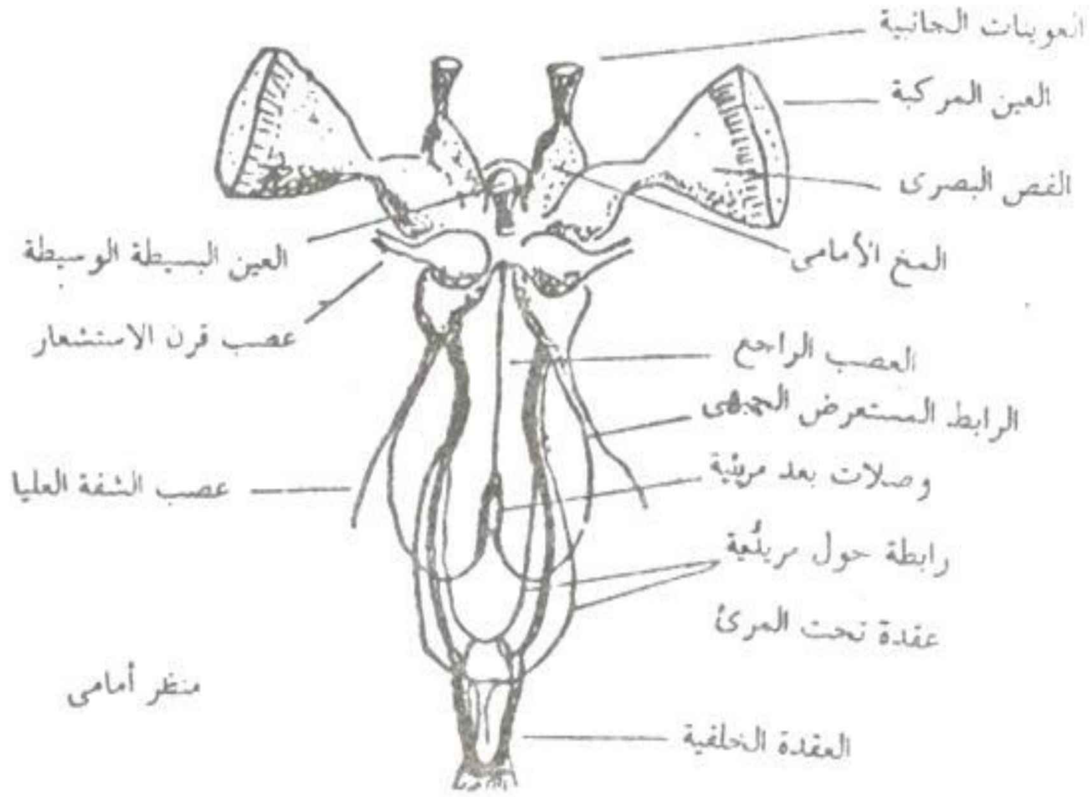
خامساً : الجهاز العصبى

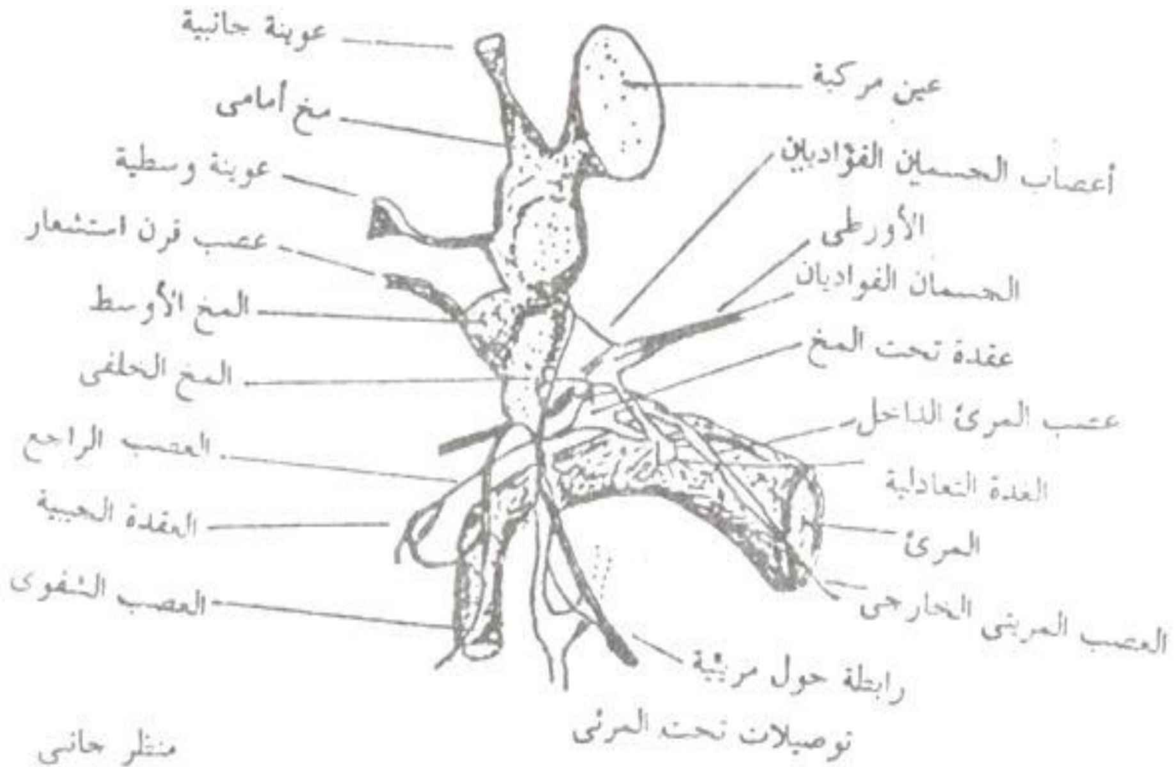
The Nervous system



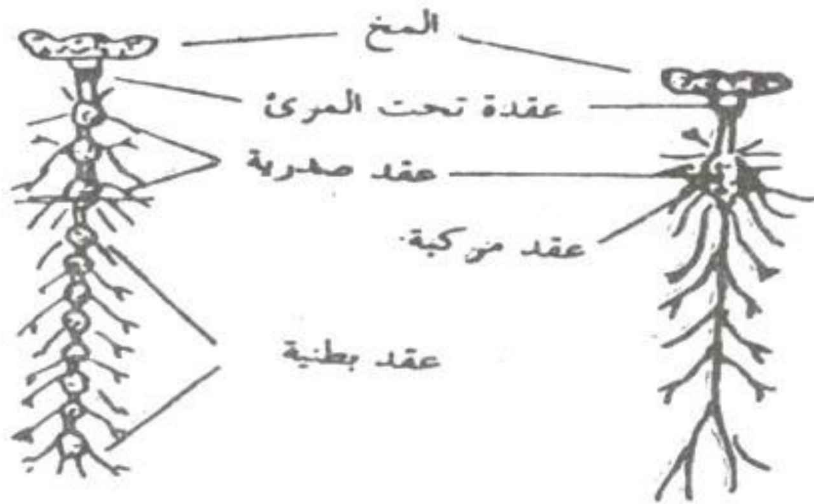
شكل (٥٣) رسم تخطيطى للأنماط المختلفة من الخلايا العصبية فى الجهاز العصبى للحشرات
(الأسهم توضح اتجاه التوصيل العصبى)

أولاً : الجهاز العصبى المركزى



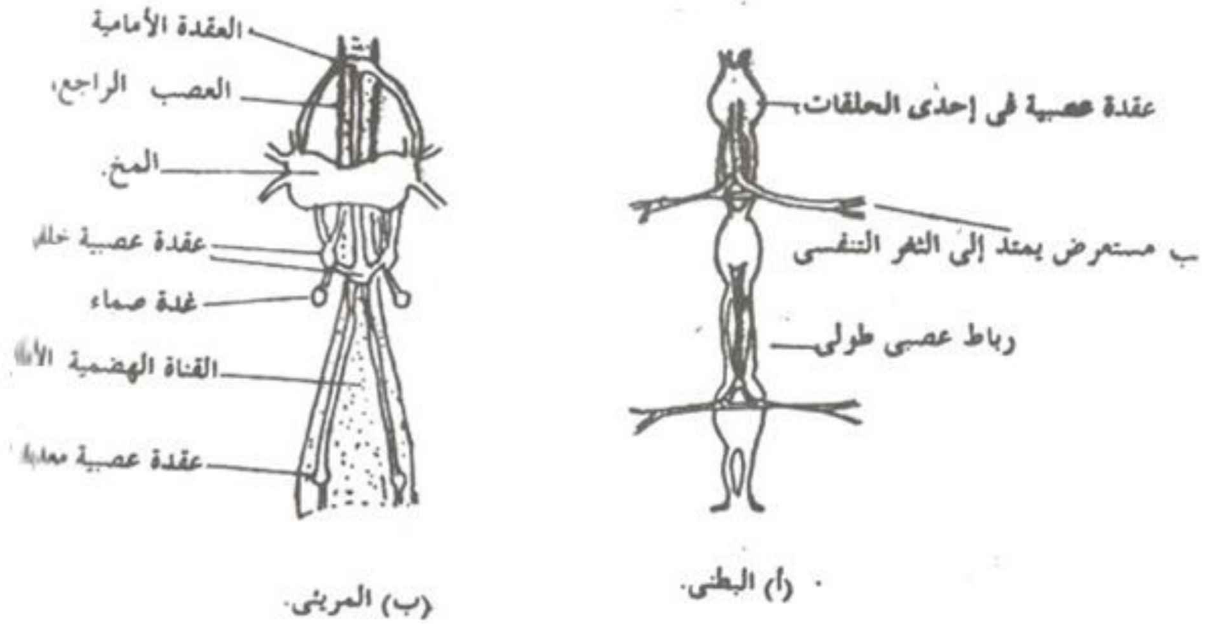


شكل (٥٤) منظر أمامى وجانبى للمخ والجهاز العصبى الحشوى السمبثاوي فى الجراد



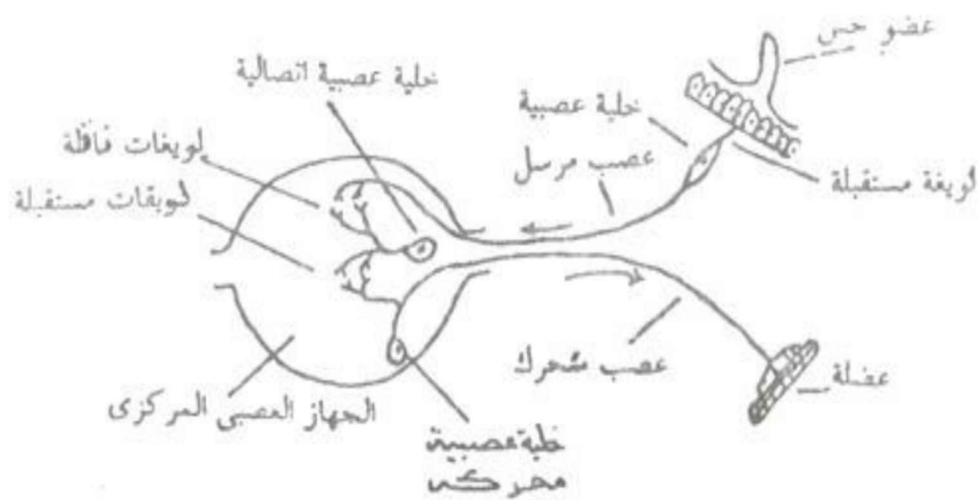
شكل (٥٥) أقصى نظامين لتوزيع العقد العصبية فى الجهاز العصبى المركزى توضح أ- الحد الأدنى ب- الحد الأقصى من الالتحام (الاندماج)

<u>ثانياً : الجهاز العصبى الحشوى (السمبثاوى)</u>



شكل (٥٦) جانب من الجهاز العصبى السمبثاوى

الخلايا العصبية المجمعة أو الاتصالية Association



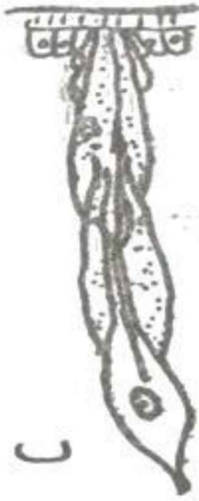
شكل (٥٧) رسم يوضح أنواع الخلايا العصبية، وطريقة انعكاس المؤثر خلال الخلايا الحسية الاتصالية والمحركة

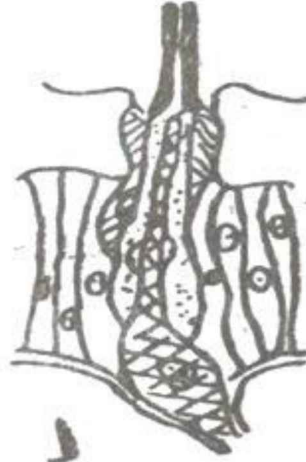
:

أعضاء الحس The Sense Organs

الاعضاء الحسية المرنة (الداخلية) Chorodotonal organs:

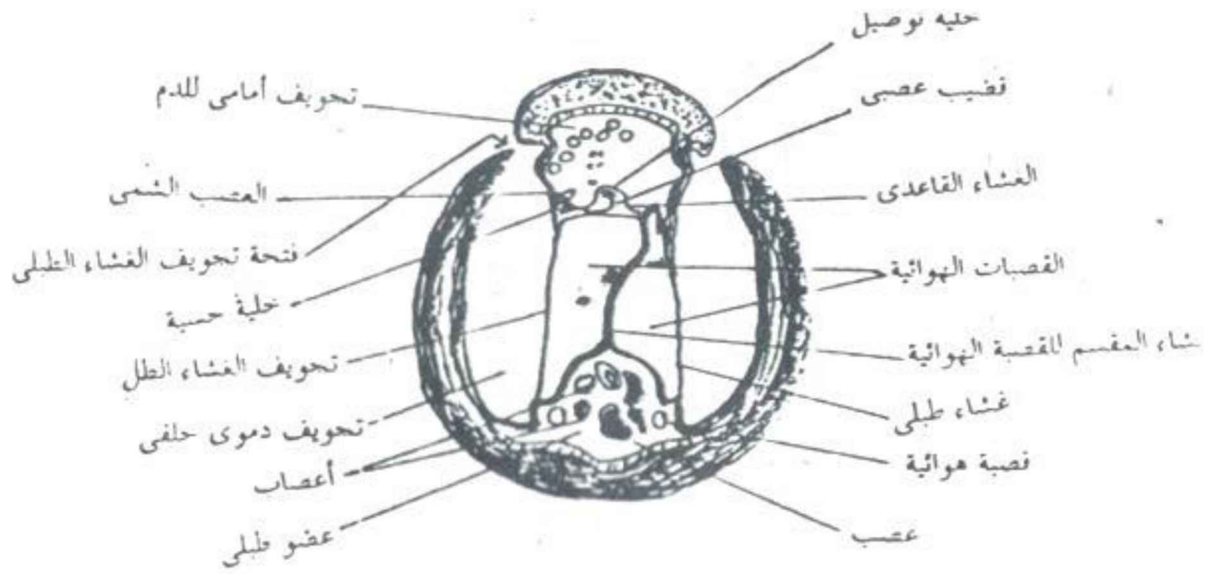
أعضاء الحس المرنة عبارة عن الاعضاء الحسية التى توجد داخل بعض أجزاء الجسم مثل قرون الاستشعار والملامس والارجل وغيرهما كما توجد فى فراغ الجسم وتوجد مثل هذه الاعضاء على هيئة حزام. تتكون كل حزمة منها من وحدات حسية يطلق عليها Scolopophago esscolopidia وهى ذات أشكال مغزلية تمتد طوليا فى مجموعة من الالياف المرنة التى تصل مابين نقطتين متباعدتين على جدار الجسم أو تصل أحد طرفيها بالجليد بينما يظل سائبا فى فراغ الجسم. ويعرف النوع الاول بعضو الحس المرن الجدارى Integumental فى حين يعرف الثانى بعضو الحس المرن تحت الجدارى Sub- genual شكل (٥٨-ب).



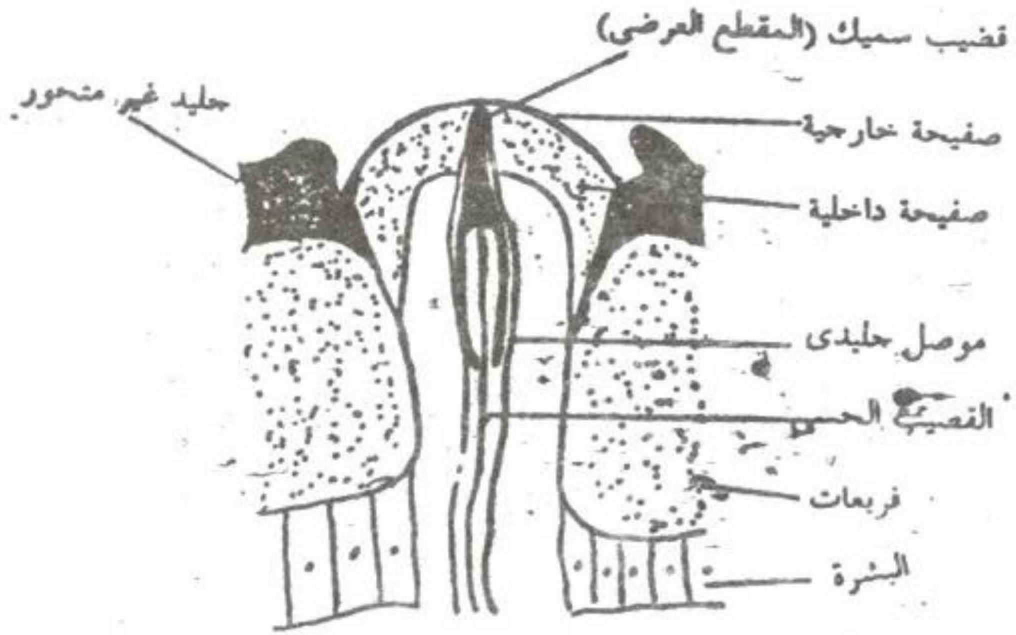


شكل (٥٨)

٢- مستقبلات الاصوات Phonoreceptors:



شكل (٥٩) مقطع عرضى خلال قاعدة الساق الأمامية يوضح ترتيب أعضاء الحس الطبلية



شكل(٦٠) مقطع تخطيطى خلال شعيرة جرسية

٤- يقوم عضو السمع الجرسى فى ذكور السيكادا من رتبة نصفية الاجنحة بإصدار أصوات ،حيث يوجد زوج من الاغشية الطبلية على أسفل البطن ويتصل بالغشاء عضو داخلى قوى يستطيع جذب الغشاء للداخل ثم يتركه فجأة ليصدر عن ذلك صوت حاد.

٥- يكفى اندفاع الهواء من القصبات الهوائية إلى الثغور التنفسية لملكات النحل أثناء طيرانها فى حفلة الزفاف، يكفى لإحداث صوت خاص شبيه بالصفير.

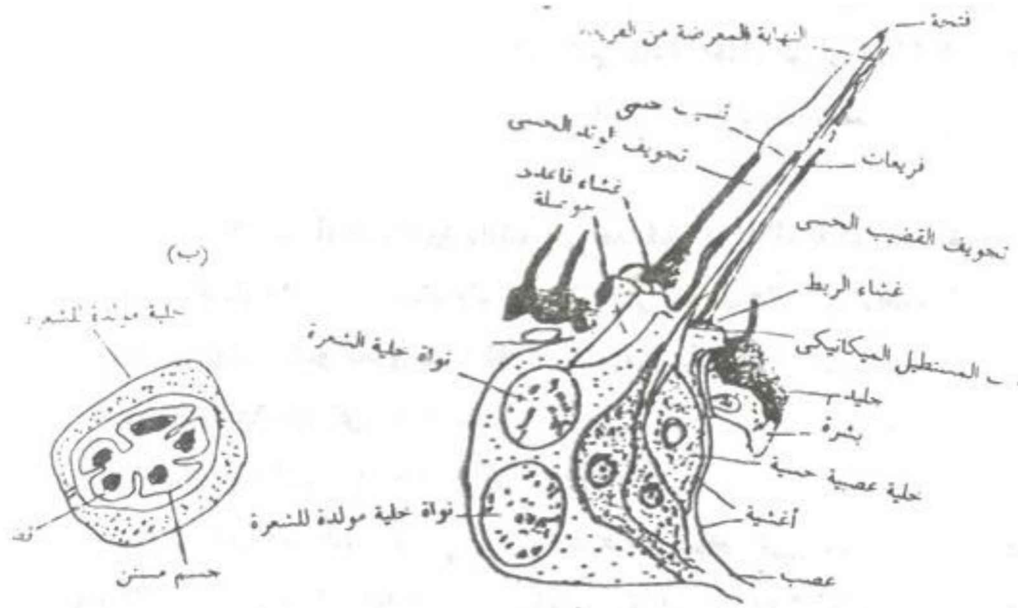
ثانيا: مراكز إستقبال المؤثرات الكيماوية Chemorecptors:

وسنتاول هذه المراكز وفقا لما يلى:

١- مراكز الشم Olfactoreceptors:

أ- الشعيرات المخروطية Sensory pags or basiconic sensillae

وتوجد على قرون إستشعار وملامس كثير من الحشرات مثل الصراصير والقمل شكل (٦١) وهى وتدية الشكل كما توجد مجموعة من هذه الشعيرات الوتدية فى نقر العقلة الثالثة من قرن الإستشعار الذبابة والملامس الشفوية لأباء دقيق.



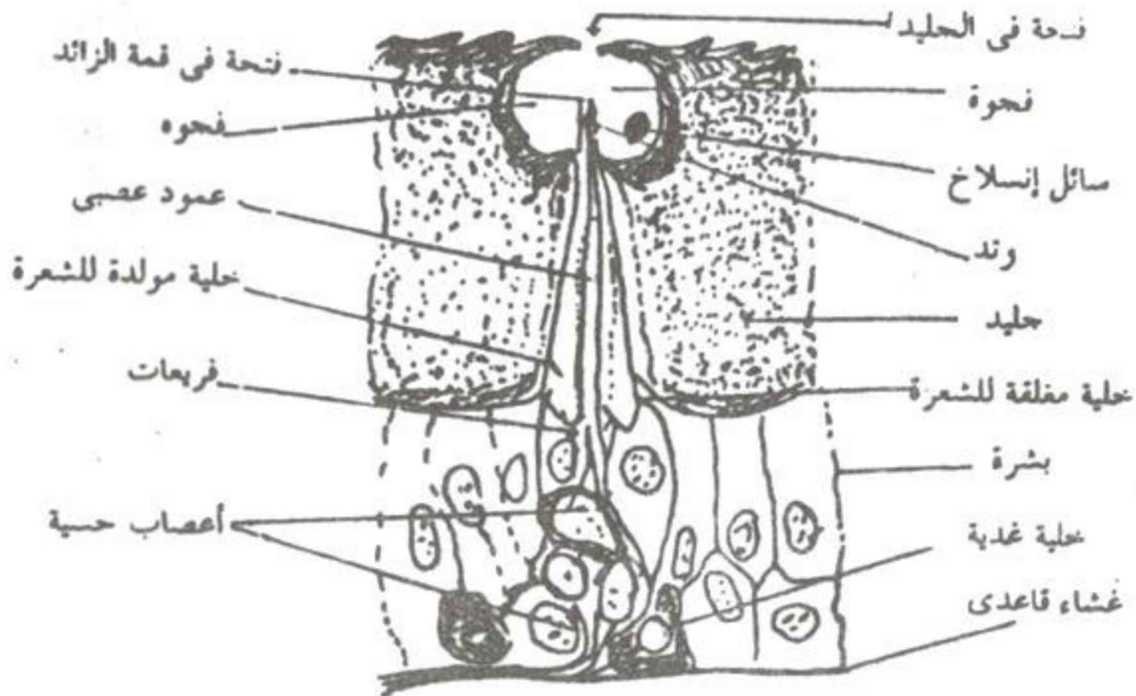
شكل ([illegible]) أ - رسم تخطيطى للشعرة الحسية المستقبلية للكيماويات فى ذبابة Phormia ب - مقطع عرض خلال القضيب الحسى للشعرة تقريبا قريب من قاعدة الشعرة يوضح إنغماد القضبان الحسية بين الفريعات

ب- شعيرات الشم ذات الحفرة Coeloconic hairs:

شكل (٦٢) وتوجد على قرون إستشعار النطاطات وعلى فكوك النحل.

ج- الشعيرات الشمية المحيطية Olfactory hairs:

وتوجد على كل من عقل رسغ وشفية ذبابة مسرى وقرون إستشعار كل من الزنابيروالنحل.



شكل (٦٢) رسم تخطيطى لشعرة مخروطية التجويف فى قرن استشعار النطاط

د- الصفائح المثقبة Pore plates:

وتوجد هذه الصفائح على قرون إستشعار كل من المن وذكور شغالات نحل العسل وقد تكون مستديرة الشكل أو بيضاوية ذات جليد رقيق وتوجد على حوافها ثقوب.

٢- مراكز الذوق Gustoreceptors:

وتأتى فى المرتبة الثانية وقد يطلق عليها المستقبلات الكيماوية عن طريق اللمس Contact chemoreceptors وتتذوق الحشرة المادة الكيماوية إذا مالمستها لمسا مباشرا وهى فى صورة محلول أو سائل. وتوجد أعضاء الذوق هذه حول فتحة الفم كما فى حشرات النمل ، أو قاعدة اللسان كما فى شغالات نحل العسل ، أو تكون موجودة فى قاع سقف الحلق كما فى يرقانات حرشفية الاجنحة، وقد توجد على قرون الاستشعار ، كما أن الرسغ يلعب دورا كبيرا فى تذوق الحشرات كما فى حشرات أبى دقيق وذبابة الدروسوفيلا والذبابة المنزلية ، فإذا ماوقف أبو دقيق قريبا من عصير حلو المذاق فإنه لن يحس به ولن يتذوقه إلا فى اللحظة التى يلمس فيها العصير بأرساغه فعندئذ يمكنه أن يدرك أنه طعام شهى . ومن أمثلة هذه الأعضاء:



شكل (٦٣) عضو Tuft الموجود على قرن استشعار Peduiculus (ب) مستقبلات الرطوبة المتفرعة الموجودة على قرن استشعار Tribolium

مستقبلات الضوء Photoreceptors :

تستقبل الحشرات الضوء من خلال العديد من أعضاء الحس، ولكن أهم عضو يقوم بهذا الصدد هو العوينات والعيون المركبة Ocelli and Compound eyes وسنتكلم عن كل منهما فيما يلى :

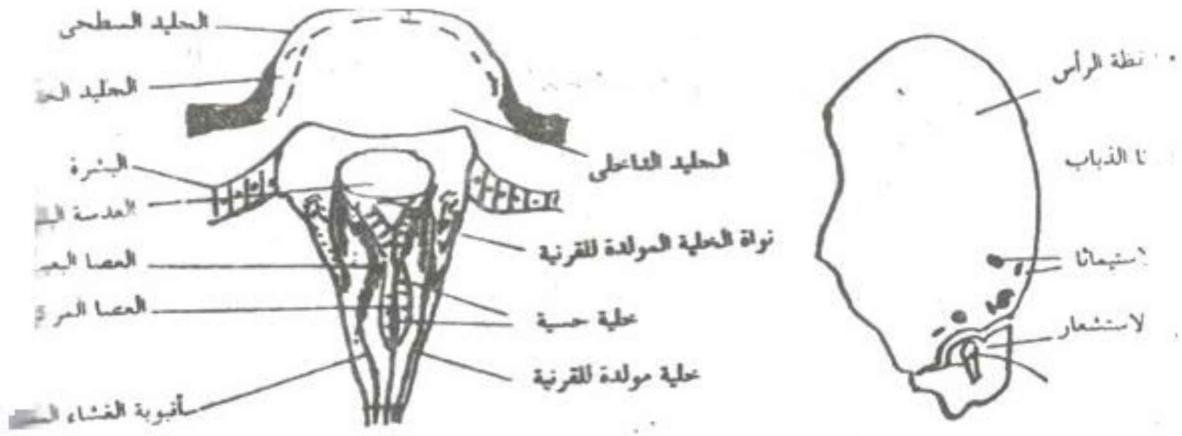
أ- العوينات أو العيون البسيطة Ocelli or simple eyes :

ويطلق هذا الاصطلاح على الوحدات البصرية المفردة والتى توجد فى الأطوار الغير يافعة أو اليافعة حتى مع وجود العيون المركبة ويوجد منها نوعان :

١- العوينات الظهرية Dorsal ocelli :

ونعنى بها الوحدات البصرية التى توجد على رؤوس الحشرات المجنحة اليافعة كالنمل والصراصير حيث تعرف فى هذه الحالة بالكوى الحساسية Fensestrae وتوجد هذه العوينات فى ثلاث نقاط لو وصلت بينهما لتكون مثلث.

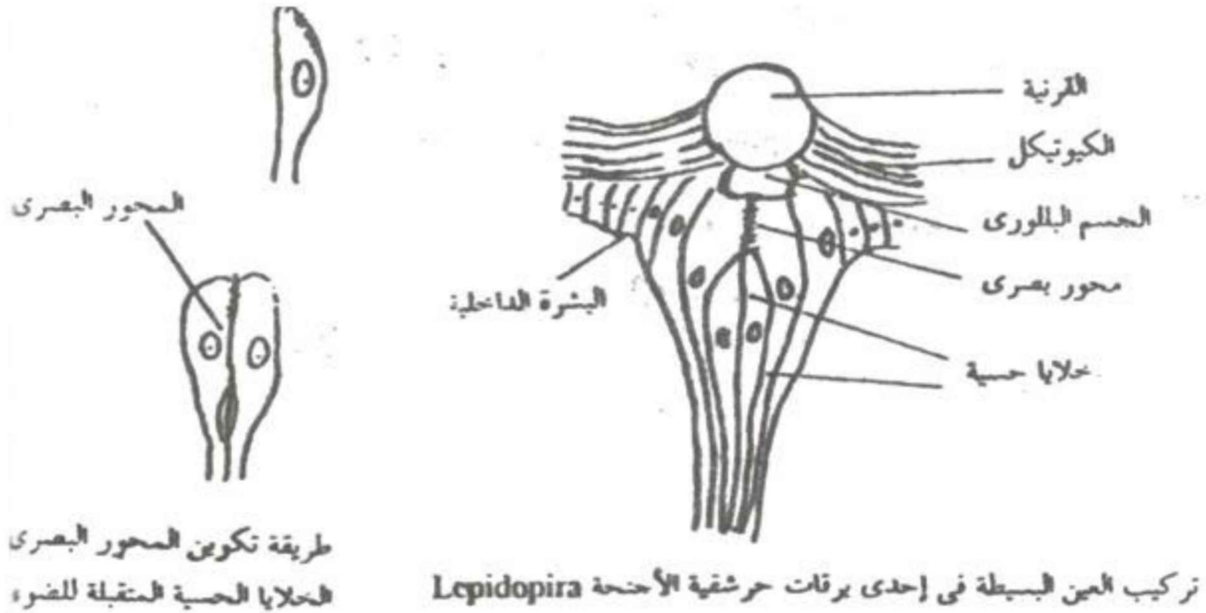
وتتركب العوينة الظهرية بصفة عامة كما فى شكل (٦٤) من عدسة جليدية شفافة تسمى القرنية Cornea ويوجد أسفلها مجموعة خلايا لتكوين القرنية Comeagen cells وتتصل محاورها بالعصب العوينى Ocellar nerve.



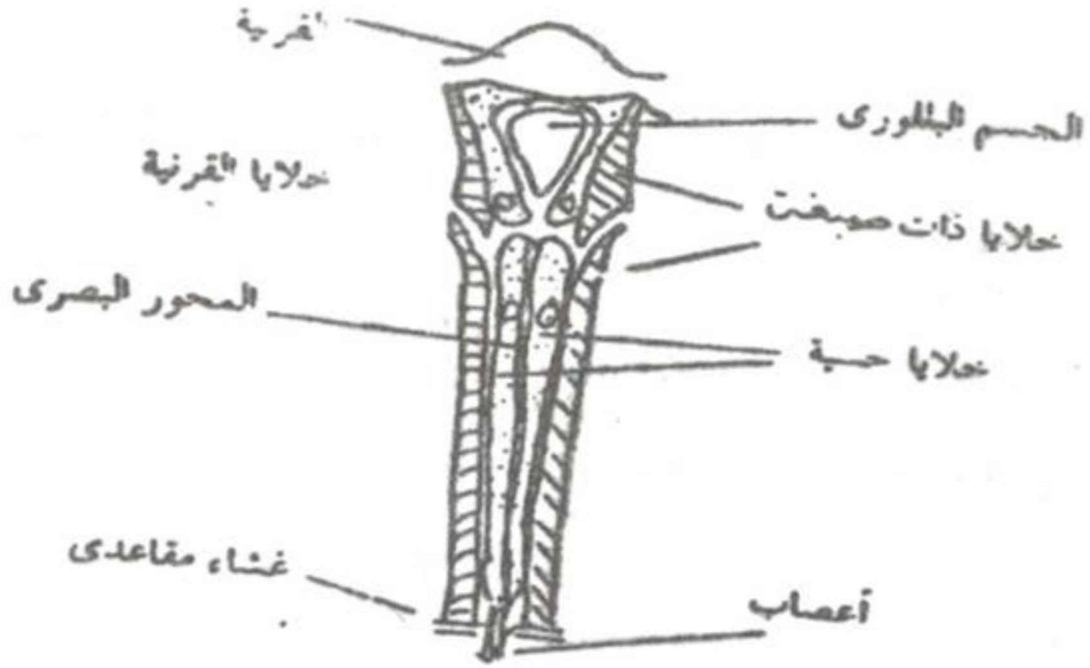
شكل (٦٤) منظر جانبى لرأس يرقة توضح مواضع المبصرات الجانبية، ب مقطع فى الاستيماتا

٢- العوينات الجانبية Lateral ocelli :

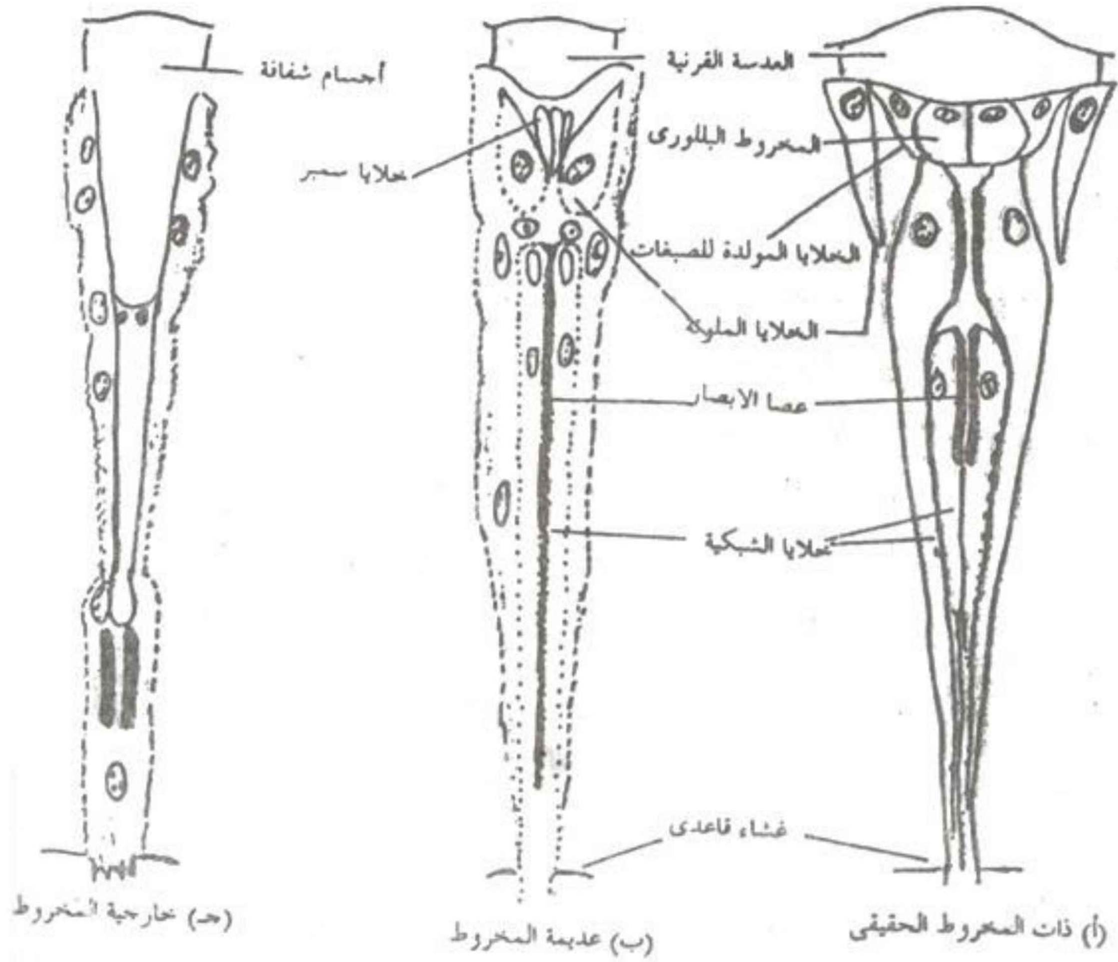
وتوجد فى الأطوار الغير يافعة للحشرات كاملية التبدل، وتوجد على جانبى الرأس وتختلف أعدادها باختلاف أنواع الحشرات فقد تصل إلى ٧ على كل جانب. وتتكون كما فى شكل (٦٥) من :



شكل (٦٥) يوضح تركيب العين البسيطة والخلايا الحسية المستقبلة للضوء



شكل (٦٦) إحدى الوحدات البصرية فى العين المركبة



شكل (٦٧) الأنماط المختلفة من الصوتيات أ- ذات المخروط الحقيقى Eucone فى ذات الذنب الشعرى ب- عديمة المخروط Acone فى بعض غمدية الأجنحة جـ- خارجية المخروط Exocone فى بعض غمدية الأجنحة

الرؤية لدى الحشرات :

تنحصر الوظيفة الرئيسية للعين البسيطة فى تمييز الضوء من الظلام، كما أن مقدرة تلك العيون على تمييز الألوان محدودة وتختلف من نوع لآخر.

أما العيون المركبة فتتم فيها الرؤية تبعاً لنظرية التبقع Mosaic فهى لا تستطيع تحديد الصورة التى تستقبلها ولكنها تستطيع بسهولة تحديد التغيير الذى يحدث فيها، وبمعنى أدق فهى تحدد تحرك الأشياء التى أمامها وتستخدم ذلك فى تحديد صورتها فحوريات الرعاش لا تنقض على فرائسها مالم تكن تلك الفرائس فى حالة حركة. وكذلك الحال فى ذكور الفراشات حيث لا تنجذب إلى الإناث إلا إذا كانت فى حالة حركة.

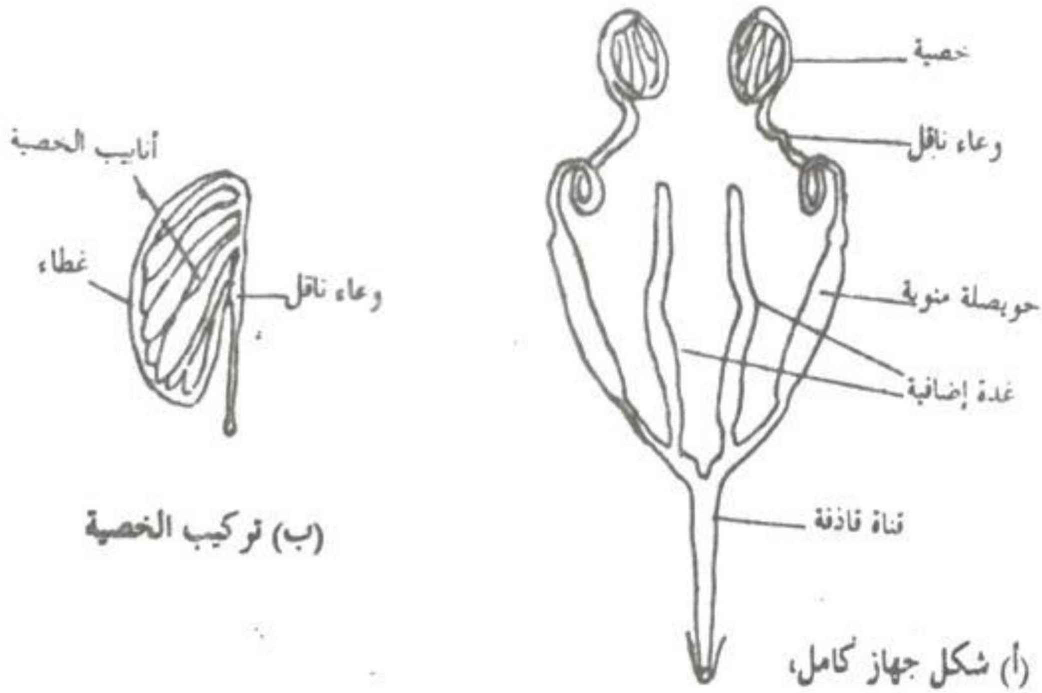
اما استجابة الحشرات للضوء Phototropism فقد تكون سالبة أو موجبة.

سادساً : الجهاز التناسلى The Reproductive system

أولاً : الجهاز التناسلى الذكرى

The Male Reprodictive System

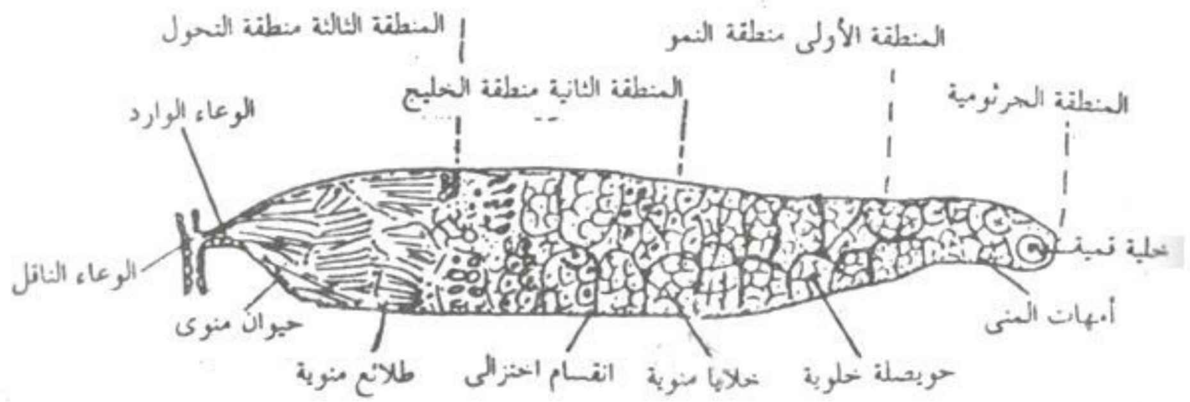
ويتركب الجهاز التناسلى لذكر الحشرات شكل (٦٨) ما يلى :



شكل (٦٨) الجهاز التناسلى فى ذكر الحشرة

أولاً : الأعضاء التناسلية الأساسية Essential reproductive organs :

١- الخصيتان Testes :



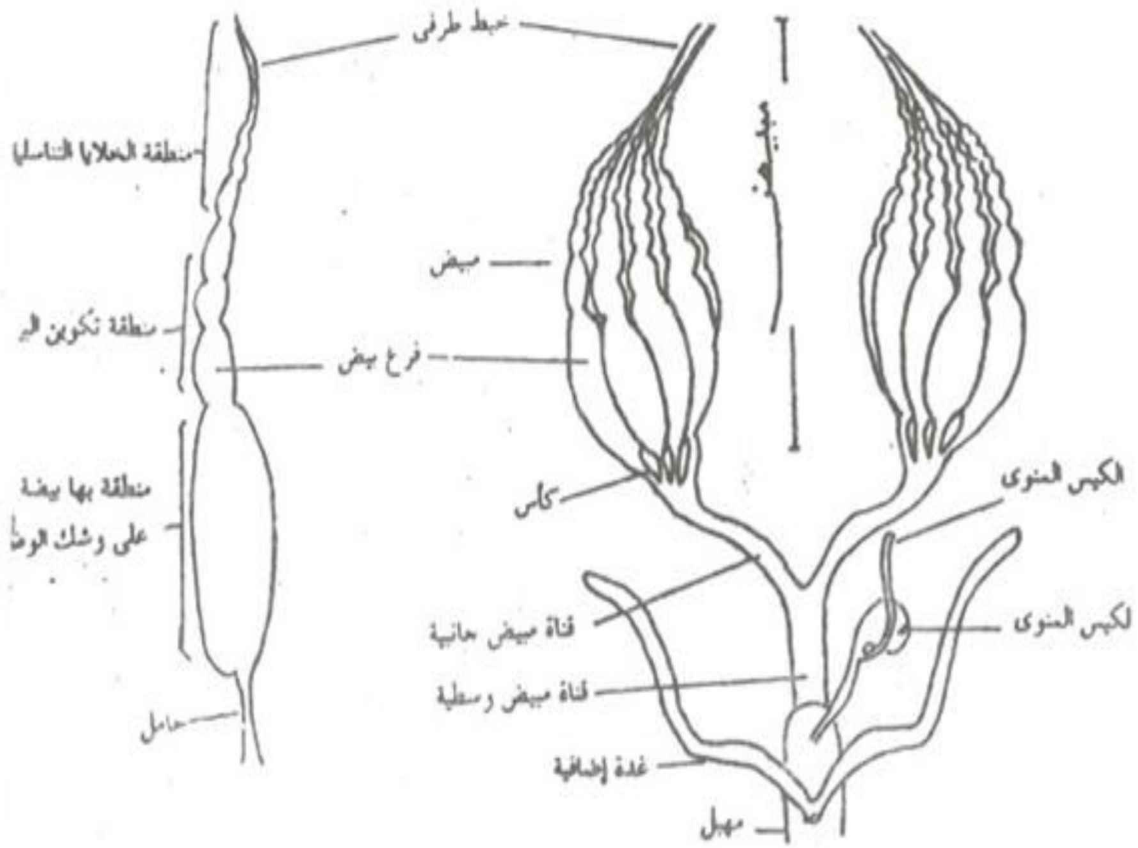
شكل (٦٩) شكل توضيحى لحويصلة خصوية مبينا مراحل تكوين الحيوانات المنوية

ثانياً : الجهاز التناسلى الأنثوى

The female reproduction system

ويتركب الجهاز التناسلى الأنثوى من المكونات الآتية :

أولاً : الأعضاء التناسلية الأساسية : Essential repriductive organs:

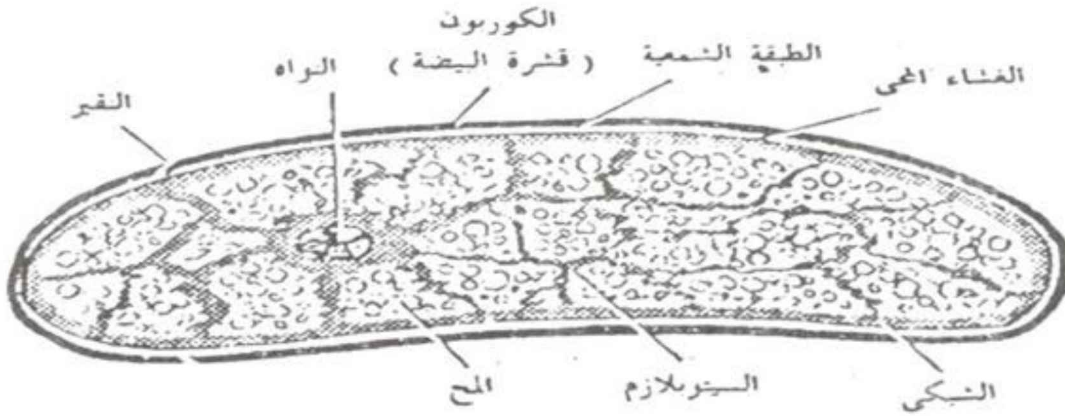


شكل (٧٠) يوضح الجهاز التناسلي في أنثي الحشرات

بيض الحشرات Insect eggs

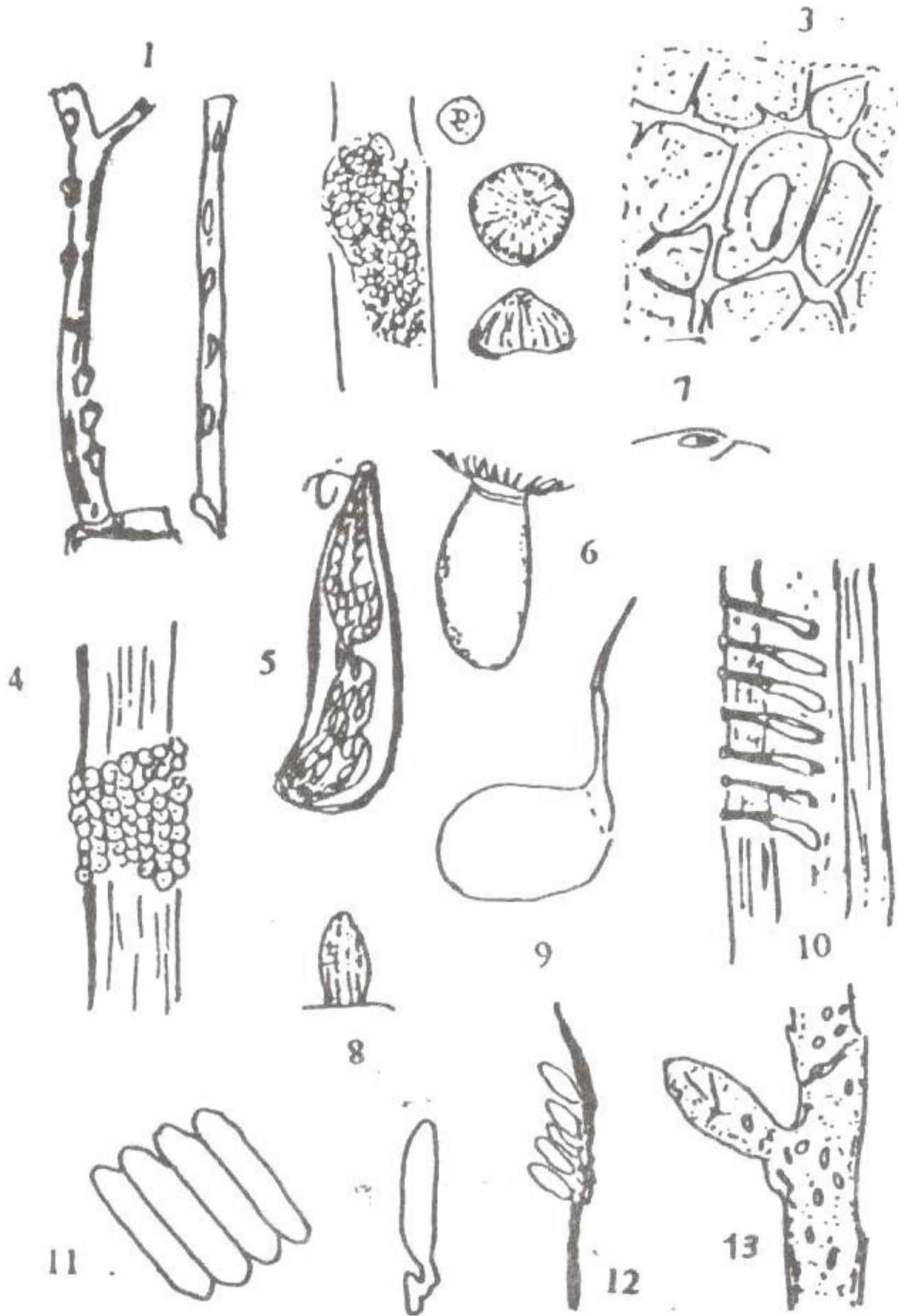
تركيب البيضة Structure of egg:

تتركب بيضة الحشرات بصفة أساسية كما في شكل (٧١) من:



شكل (٧١) شكل توضيحى يوضح تركيب البيض

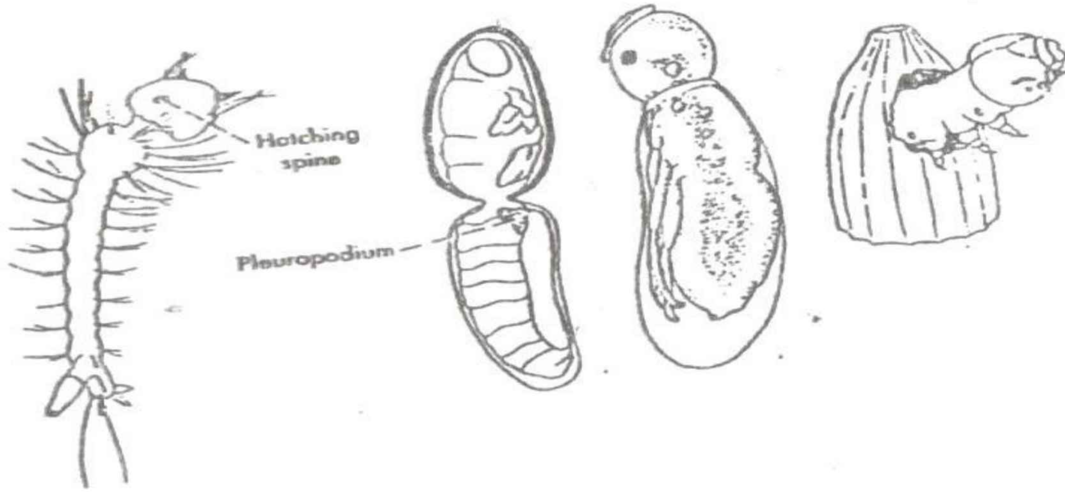
أشكال بيض الحشرات The Shapes insect eggs:



شكل (٧٢)

طرق تحرير الصغار من البيض Extrication of young from eggs:

تخرج أجنة Embryos الحشرات عند اكتمال نموها من قشرة البيضة بطرق شتى شكل (٧٣). تختلف باختلاف الأنواع ومما لاشك فيه أن هذه العملية تعتبر على جانب كبير من الأهمية بالنسبة للصغار التي تغطيها قشرة صلبة Hard shell وسنتعرض لبعض هذه الطرق على نحو ما يلي:



شكل (٧٣)

١- في حالة الأجنة ذات الفكوك Mandibulates مثل حشرات رتبة حرشفية الأجنحة، فإنها لا تستطيع أن تقرض طريقها لكي تحرر من القشرة مثل يرقة أبي دقيق الكرنب.
٢- وأما في حشرات رتبة زوجية الأجنحة Diptera فإن الرأس تزود بخطاطيف في منطقة الفم يطلق عليها Mouth hooks وهذه الخطاطيف تعتبر أدوات جيدة لنقر pick قشرة البيضة من الداخل Interior، وتستطيع اليرقات الناخرة للأوراق Leaf-mining مثل حشرات جنس Pegomyia تستطيع أن تثبت أنفسها على أسطح الورقة بعد الفقس وتقوم بواسطتها بنخر الأوراق وهذه الخطاطيف الفمية منشارية الشكل Sawlike، ولبعض أنواع حشرات هذه الرتبة مثل يرقات البعوض Mosquito larvae أشواك في منطقة الرأس من أعلا يطلق عليها أشواك النقف أي الفقس Hetcching spine.
٣- وتدل الثقوب المنظمة التي تصنعها أجنة حشرات عائلة Pentatomidae تدل على أن هناك خط ضعف يحيط بقمة البيضة A line of weakness وكما في بق الفراش حيث يدفع غطاء البيضة Operculum ليخرج الجنين المكتمل النمو.

الباب الرابع

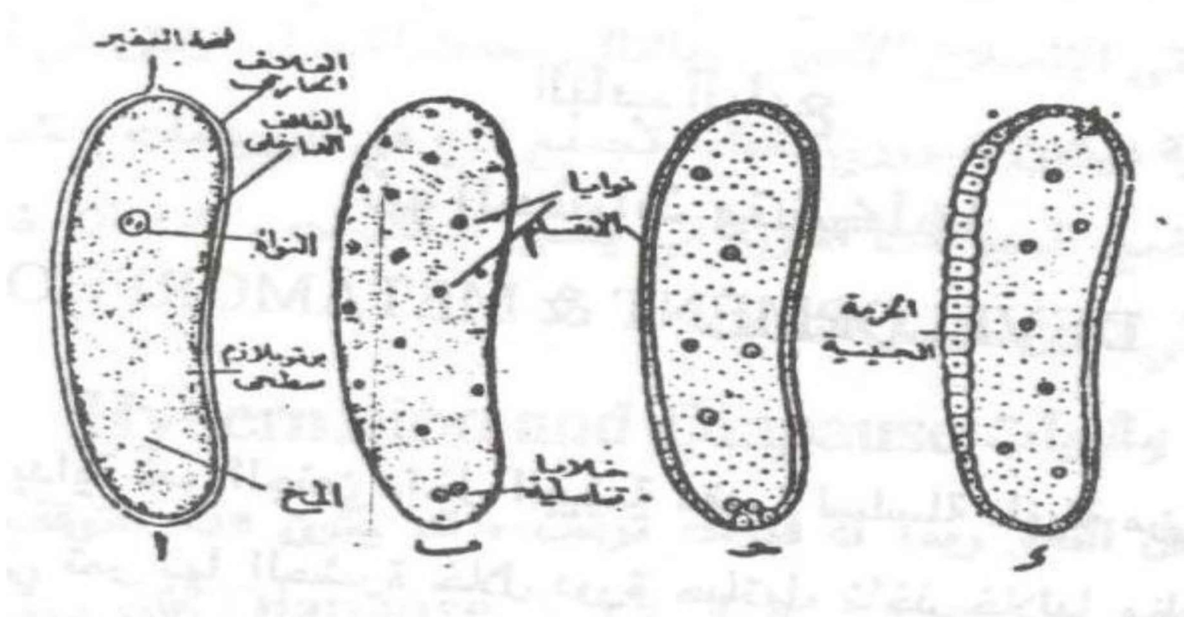
نمو الحشرات وتشكلها

Insect development & Metamorphosis

أولا: نمو الحشرات Insect development:

أ- مراحل نمو الأجنة The early development of the embryo:

ونعني بها مراحل نمو الجنين وهو ما يزال داخل البيضة، تحيط بالمادة المحية طبقة رقيقة متماثلة تدعى البلاستولا (الطبقة الأولية) Blastoderm ونتيجة لانقسام خلاياها تتكون طبقة سميكة في المنطقة البطنية من البيضة ويطلق عليها الشريط الجرثومي Germ band حيث يتكون عنه الجنين فيما بعد، في حين تحيط بقية البلاستولا بالجنين يطلق عليها Extra-embryonic شكل (٧٤). وقد تسمك البلاستولا بأكملها كما في حشرات النحل Apis لتكوين الجنين ويلي ذلك تكوين طبقة رقيقة يطلق عليها البلاستولا الخارجية.



شكل (٧٤): قطاعات في البيضة توضح المراحل المبكرة من النمو الجنيني: (أ) بيضة مخصبة (ب) مرحلة انقسام النوايا، (جـ) مرحلة تكوين البلاستودرم، (د) مرحلة تكوين الحزمة الجنينية

ويتكون الجنين على النحو التالي:

١- المظهر القدمي البدائي Protopod phase:

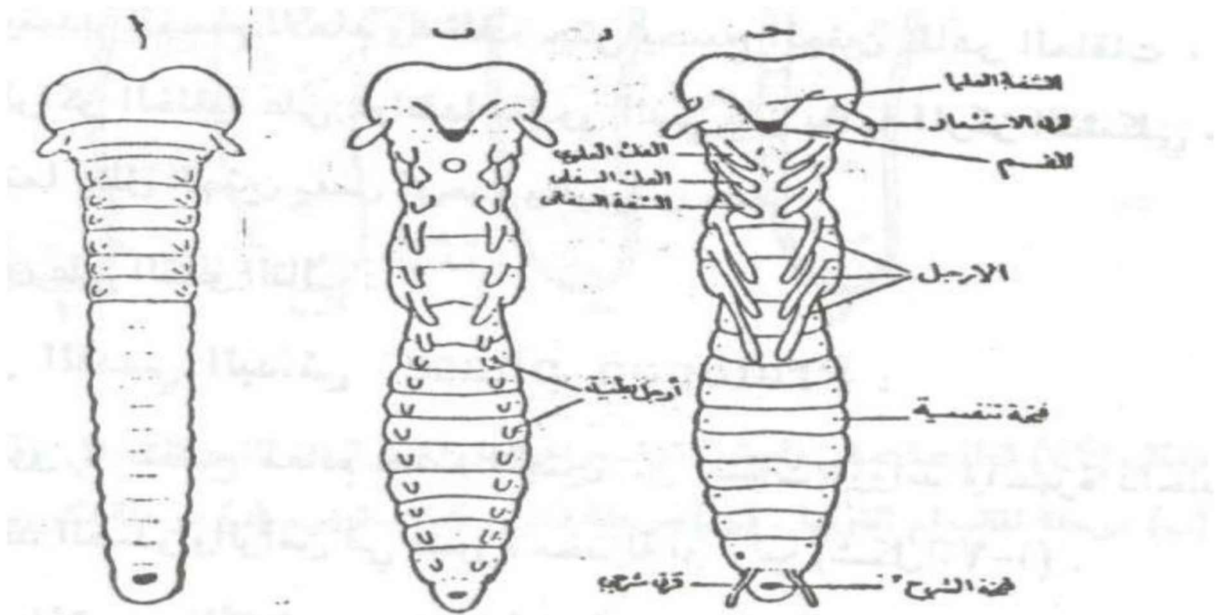
وفي هذا الطور لا يتضح معالم جسم الجنين من حلقات وزوائد وأجهزة داخلية، اللهم إلا أن تبدو زوائد الصدر والرأس في صورة مختزلة أو أولية (شكل ٧٥-أ).

٢- المظهر المتعدد الأقدام Polypod phase:

وهو الطور الذي يلي السابق، وفيه تتضح حلقات البطن كما تظهر معالم زوائدها وكذلك تظهر بدايات القصبات الهوائية ويكتمل تكوين الأجهزة الداخلية، وبمعنى آخر تتضح معالم الجسم وزوائده شكل (٧٥-ب) كما في حشرات ذوات التطور الناقص.

٣- المظهر القليل الأقدام Oligopod phase:

وفي هذا الطور تختفي زوائد البطن إلا ما سيتحور منها لتكوين آلات السفاد أو وضع البيض أو الأقلام الشرجية شكل (٧٥-جـ) وفي نهاية هذه الأدوار الجنينية يتكون الجليد الجنيني Serosal cuticle وقد يطلق عليه في بعض الحالات الجليد الأبيض White cuticle ويليه تكوين طبقة الجليد الخارجي وبها طبقة شمعية أخرى توجد خارج غشاء المح ويوجد أسفل الطبقة الشمعية طبقة أخرى ليفية في معظم اجزاء الجليد الخارجي الذي قد يعرف بالجليد الأصفر Yellow culicle وهذه هي مراحل تكوين الجنين داخل البيضة، وتفقس البيضة عن جنين في طور مبكر يطلق عليه اليرقانه كما في الحشرات ذوات التبدل التام ولذلك فإنه يلزمه أن يمر في أطوار مختلفة ليصل إلى الحشرة اليافعة. أما في حالة الحشرات ناقصة التبدل فتفقس البيضة عن جنين في طور متقدم يكون قد استكمل أكثر أعضائه يطلق عليه الحورية Nymph وهو يشبه الأبوين، اللهم إلا في قليل من التفاصيل. ويطلق على الفترة التي تنقضي منذ وضع البيض حتى حدوث الفقس، يطلق عليها فترة الحضانة Incubation period وهي تختلف باختلاف أنواع الحشرات.



شكل (٧٥): رسم يوضح المراحل الجينية الثلاث

ب- حشرات ذات تبدلMetabolus insects:

تنقسم هذه المجموعة من الحشرات على مجموعتين:

١- حشرات ذات تبدل غير كامل (ناقص) Hemimetabola:

يستمر جنين هذه المجموعة من الحشرات داخل البيضة حتى يصل إلى درجة متأخرة من النمو وقد أمضى المظاهر الجينية الثلاثة، المظهر ذات الأقدام الأولية Protopod، والعديد الأقدام Polypod، والمحدد الأقدام Oligopod، ليخرج في طور يطلق عليه طور الحورية Nymph والتي يميزها خلال فترة معينة من حياتها نتوءات الأجنحة الخارجية وتنقسم هذه المجموعة من الحشرات إلى:

أ) حشرات ذات تبدل ناقص تدريجي Paurometabola:

وفيه تتشابه الحورية مع الحشرة في التراكيب والسلوك لوجودهما معا في وسط واحد، وتخرج الحورية الحديثة الفقس من البيضة مختلفة عن الحشرة الأم في انعدام أجنحتها وعدم اكتمال نضج أعضائها التناسلية وتظهر نتوءات الأجنحة خارجية على جسم الحورية أثناء النمو وتنمو هذه النتوءات وكذلك تنضج الأعضاء التناسلية تدريجيا بعد كل انسلاخ حتى يتم اكتمالها فتصبح الحشرة قادرة على الطيران والتناسل مثل الجراد والصراصير والبق الحقيقي شكل (٧٦).



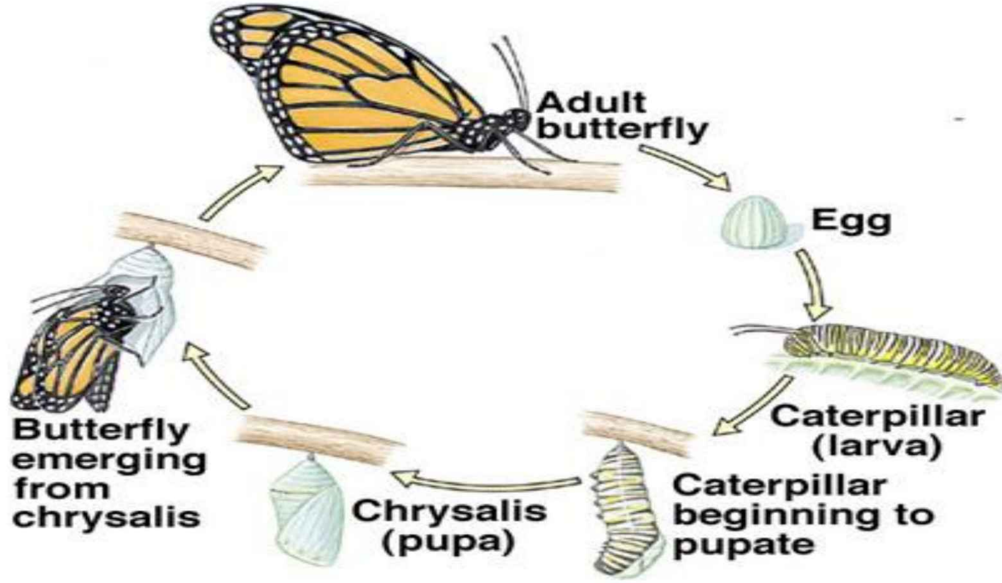
ب) حشرات ذات تبدل ناقص غير تدريجىHeterometabola:

في هذه المجموعة من الحشرات يقضي طور الحورية حياته في وسط يختلف عن الوسط الذي تسكنه الحشرة الأم كأن تعيش الأولى في الماء والثانية على البر، هذا التباين في المسكن يؤدي إلى تحورات تركيبية معينة في كل حالة تتواءم ونوع المعيشة كأن تتنفس الحورية بالخياشيم بينما تتنفس الحشرات الكاملة بالثغور التنفسية وأيضاً قد تختلف طريقة التغذية ونوع الغذاء مما يتسبب عنه اختلاف في تركيب أجزاء الفم في الحورية عن الحشرة الكاملة مثل حشرات الرعاشات وذباب مايو.

٢) حشرات ذات تبدل كامل Holometabola:

في هذه المجموعة يفقس الجنين من البيضة في طور مبكر من النمو يطلق عليه يرقة Larva تختلف كثيرا في الشكل والسلوك عن أبويها وحيث تنمو أجنحة الحشرةأثناء طور اليرقة في صورة براعم تختفي داخل الصدر وعند اكتمال نمو اليرقة تتحول إلى عذراء وهو طور ساكن فيه تظهر الأجنحة خارجيا على الجسم وتتحور كل أعضاء اليرقة إلى ما ينبغي أن تكون عليه هذه الأعضاء في طور الحشرة الكاملة ومن أمثلة

هذه المجموعة جميع حشرات داخلية الأجنحة Endoptergota كالفراشات والخنافس والذباب الحقيقي والنحل شكل (٧٧).



شكل (٧٧) يوضح التطور الكامل في بعض حشرات حرشفية الاجنحة

الأطوار الغير كاملة Immature forms:

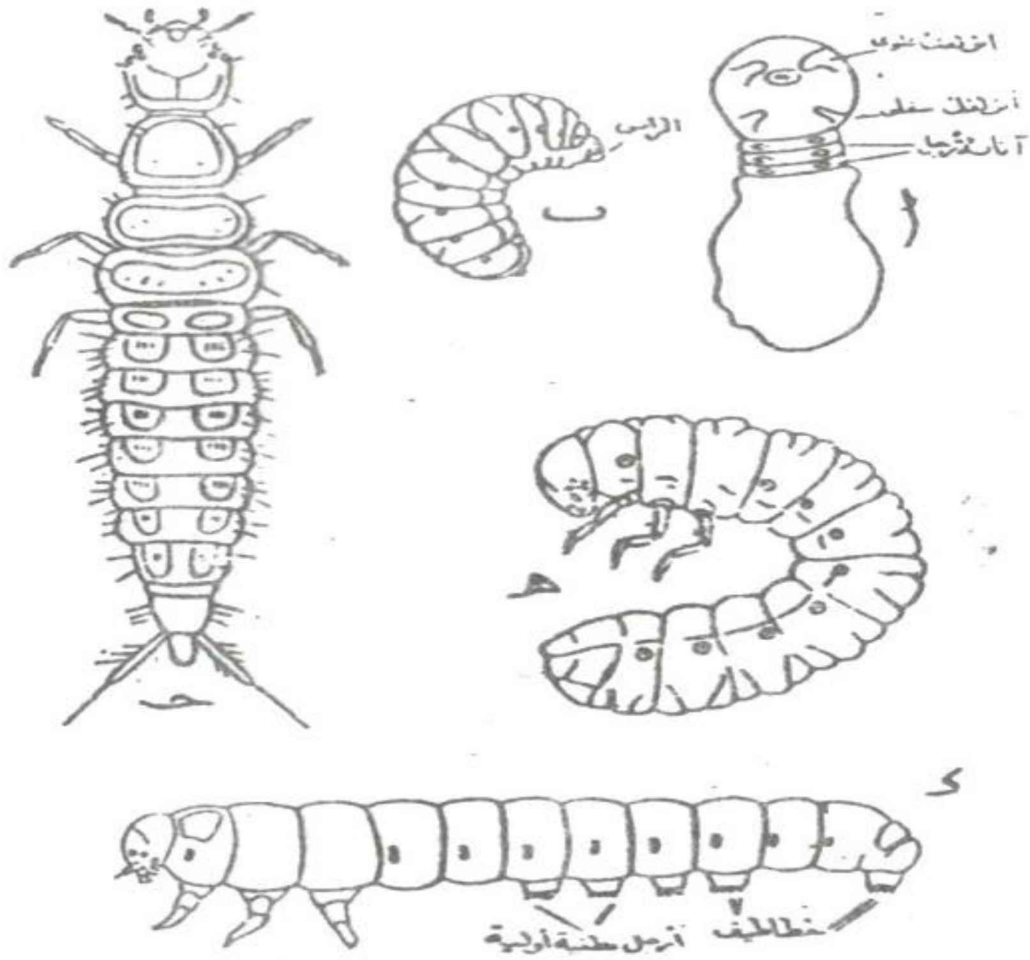
في دورات حياة الأنواع المختلفة من الحشرات نجد أن الأطوار الغير كاملة تتكون من البيضة واليرقة وطور ما قبل العذراء والعذراء والحورية، ولقد تحدثنا فيما سبق عن طور البيضة وفيما يلي وصف موجز لبقية الأطوار.

اليرقة The Larva:

هي الطور المبكر الذي يخرج من بيض الحشرات كاملة التطور والتي تختلف عن الحشرة الكاملة من حيث التركيب الداخلي والسلوك حيث تتميز اليرقة عن الحورية بأن نتوءات الأجنحة تنمو في الأولى داخليا وفي الثانية خارجيا، كما تكون العيون في اليرقة بسيطة وفي الحورية مركبة. وتخرج اليرقة من البيضة في أحد المظاهر الجينية الثلاثة السابق ذكرها، ونتيجة لذلك تنقسم الأشكال اليرقية في الحشرات كاملة التطور إلى **الأنماط الرئيسية التالية:**

١- اليرقة ذات الأرجل الأولية Protopod type:

وفيه تخرج اليرقة من البيضة وجميع أجهزتها الداخلية في حالة مبكرة من النمو وتكون حلقات الجسم وخاصة البطنية منها غير واضحة وزوائد الرأس أثرية، وتنعدم الثغور التنفسية شكل (٧٨-أ) وتشاهد هذه اليرقات في الحشرات داخلية التطفل من رتبة غشائية الأجنحة Hymenoptera التي تضع بيضا فقيرا في المح وتخرج منه يرقة تعتمد في غذائها على الغذاء المتوفر في دم عائلها لأنها تكون غالبا من النوع المتطفل.

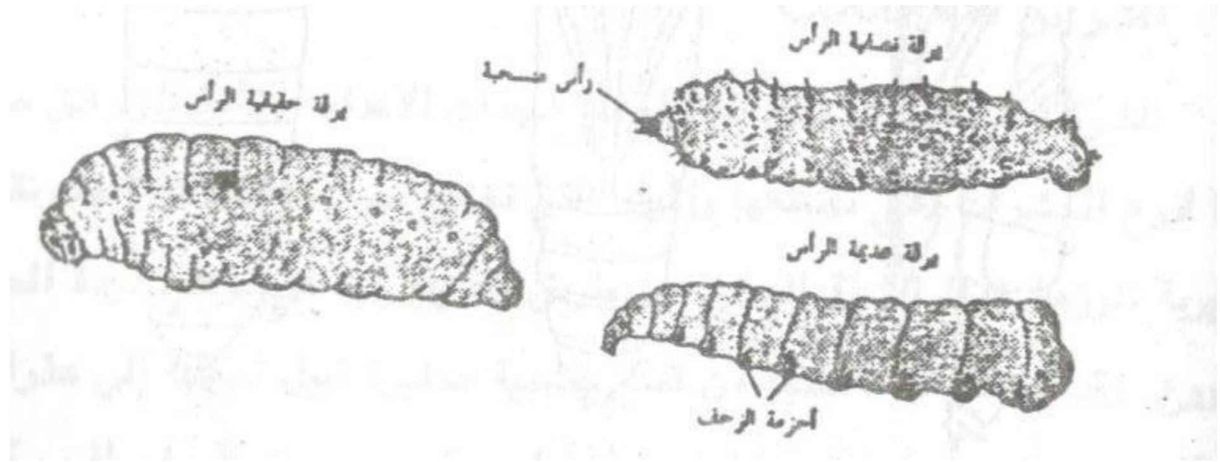


شكل (٧٨): نماذج اليرقات (أ) يرقة أولية لطفيل Platygaster، (ب) يرقة عديمة الرجل في النحل (جـ) يرقة منبسطة لخنفساء Philonlws SP، (د) يرقة اسطوانية (هـ) يرقة مقوسة لإحدى أنواع الجعال

أ- يرقات ذات رءوس واضحة Eucephalous Larvae وهي يرقات عديمة الأرجل ذات رءوس نامية التغليظ وتكوين الصفائح كما في يرقات البعوض ويرقات فصيلة Cyrambycideae شكل (٧٩-أ)

ب- يرقات ذات رءوس ناقصة التكوين Hemieucephalous Larvae وفيها يختزل نمو صفائح الرأس نحو الصدر كما في يرقات بعض الحشرات ذات الجناحين شكل (٧٩-ب).

جـ- يرقات ليس لها كبسولة للرأس Acephalous Larvae مثل يرقات الذباب المنزلي. شكل (٧٩-ج)



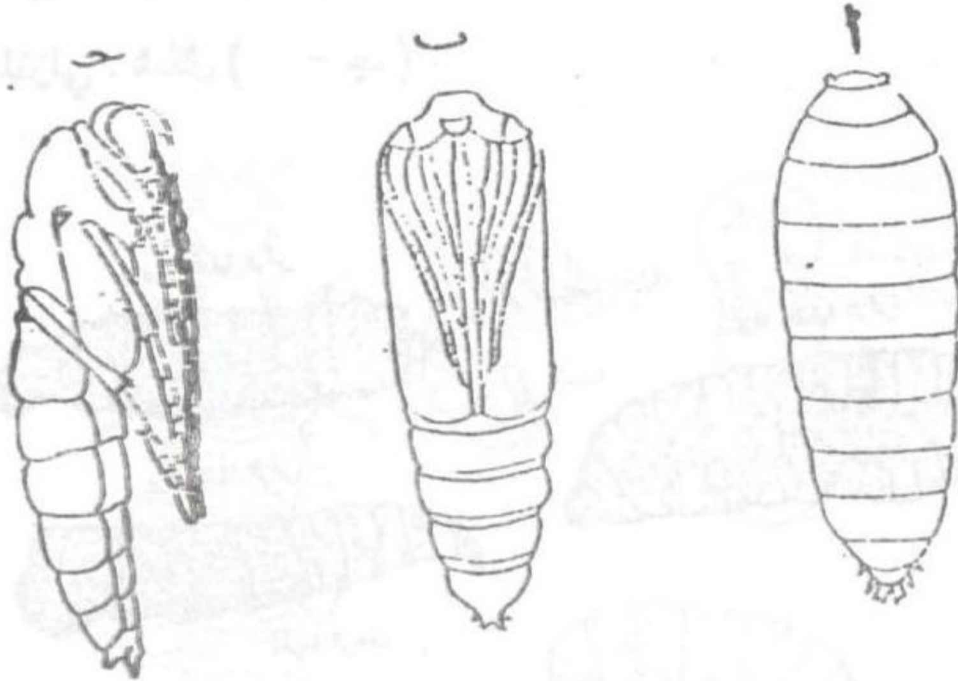
شكل (٧٩)

طور ما قبل العذراء Prepupa:

قد تسكن الحشرات في العمر اليرقي الأخير لمدة يومين أو ثلاثة أيام قبل تعذرها، وفي كثير من الحالات تكون الحشرة أثناء تلك الفترة في طور العذراء التمهيدية Pharate pupa الذي قد يسمى بطور ما قبل العذراء Prepupa، ولكن يراعي أنه لا يمثل طورا مميزا موفولوجيا، ومع ذلك ففي الحشرات التابعة لرتبة هدبية الأجنحة Thysanoptera وفي ذكور Coccidae توجد مرحلة مميزة تسمى بطورها قبل العذراء حيث تمثله مظهر ساكن يلي الطور اليرقي ويعقبه مظهر ساكن ثاني أي طور العذراء.

طور العذراء The Pupa:

العذراء هي الطور الساكن الذي يلي طور اليرقة أو طور ما قبل العذراء في الحشرات ذات التبدل التام ويعتبر هذا الطور طورا انتقاليا تتحول فيه كل أعضاء اليرقة إلى أعضاء الحشرة اليافعة (كما ذكرنا سابقا) ويختلف شكل العذارى شكل (٨٠) في المجموعات المختلفة من الحشرات وفيما يلي أهم صور العذارى:



شكل (٨٠): نماذج العذارى. (أ) عذراء مستترة لأحد أنواع الذباب، (ب) عذراء مكبلة لأحد الفراشات، (جـ) عذراء حرة لأحد أنواع الزنابير

١- العذراء الحرة Exarate or Free Pupa:

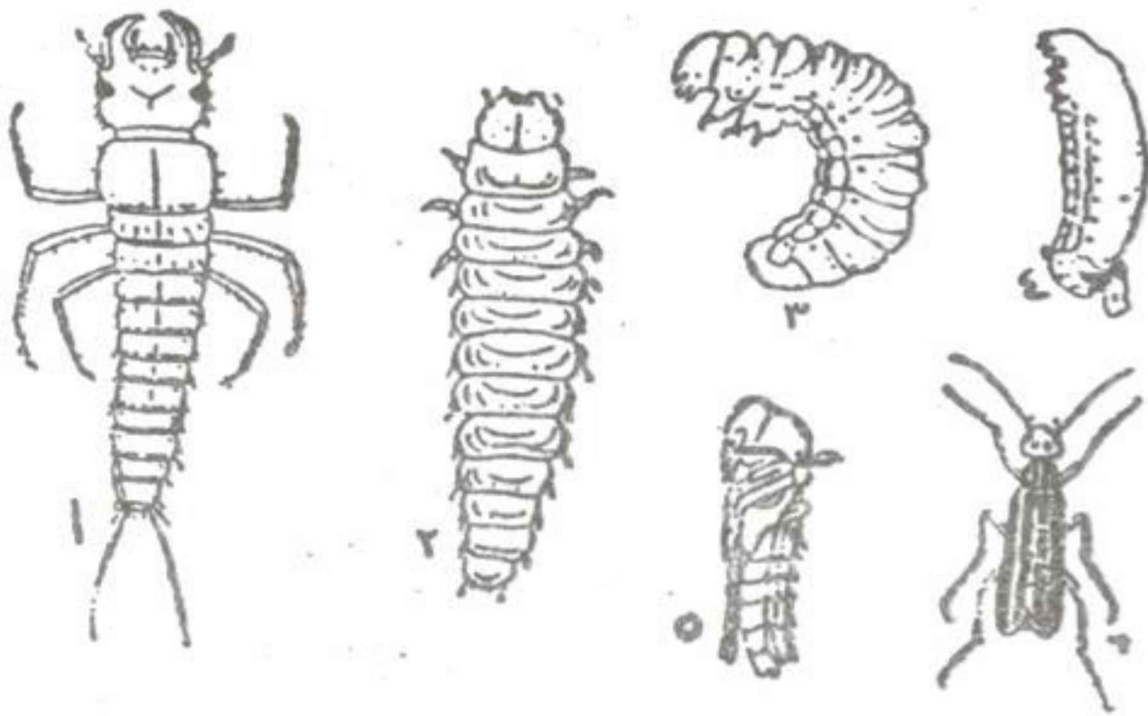
وتتميز بأن أجزاء الفم وقرنا الاستشعار والأجنحة والأرجل حرة الحركة، وتتصل بالجسم في مواضع الاتصال الطبيعية ومن أمثلة هذا النوع عذارى رتبتي غمدية وغشائية الأجنحة.

٢- العذراء المكبلة Obtect Pupa:

وفي هذا النوع تلتصق الزوائد (أجزاء الفم وقرنا الاستشعار والأجنحة والأرجل) بواسطة إفراز يتكون أثناء الانسلاخ اليرقي الأخير ولذلك لا تتضح هذه الزوائد إلا في صورة خطوط بارزة على سطح الجسم، يوجد هذا النوع من العذارى في رتبة حرشفية الأجنحة وغالبا ما تصنع اليرقات (قبل التعذير مباشرة) شرنقة تتحول بداخلها إلى عذراء.

٣- العذراء المستورة Coarectate Pupa:

وفي هذا النوع تكون العذراء حرة ولكنها تختفي دائما داخل جليد الانسلاخ الأخير لليرقة التي لا تستطيع أن تنفصل عنه أثناء عملية الانسلاخ بل تتحول بداخله إلى الطور الساكن، لذلك لا يعتبر مثل هذا الانسلاخ كاملا، ويطلق على جليد الانسلاخ في هذهالحالة غطاء العذراء Puparium الذي يقوم بنفس وظيفة الشرنقة في الحماية من الأعداء كما في حالة العذراء المكبلة، يوجد هذا النوع من العذارى في أنواع الذباب مثل الذباب المنزلي.



شكل (٨١): التطور المفرط في الخنفساء الحارقة *Epicauta uittata*، حيث تأخذ اليرقة أشكالاً متباينة أثناء النمو: ١ و٢ – اليرقة في الشكل المنبسط، ٣- أصبحت اليرقة في شكل جعالي مقوس، ٤- أصبحت اليرقة ساكنة وقريبة الشبه بطور العذراء، ٥- عذراء، ٦- الحشرة الكاملة